



NEDKYLNING AV URBANA MILJÖER GENOM LANDSKAPSARKITEKTUR

ETT TEMPERATURSÄNKANDE GESTALTNINGSFÖRSLAG FÖR ETT INDUSTRIOMRÅDE I STOCKHOLM

ULRIKA LILJENFELDT

Examensarbete • 30 hp
Landskapsarkitektprogrammet, Ultuna
Institutionen för stad och land
Uppsala 2020

Sveriges lantbruksuniversitet, fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap
Institutionen för stad och land, avdelningen för landskapsarkitektur, Uppsala
Examensarbete vid landskapsarkitektprogrammet, Ultuna
Kurs: EX0860, Självständigt arbete i landskapsarkitektur, A2E - landskapsarkitektprogrammet – Uppsala, 30 hp
Kursansvarig institution: institutionen för stad och land
Nivå: Avancerad A2E
© 2020 Ulrika Liljenfeldt, ulrika.liljenfeldt@gmail.com
Titel på svenska: Nedkylning av urbana miljöer genom landskapsarkitektur: Ett temperatursänkande
gestaltungsförslag för ett industriområde i Stockholm
Titel på engelska: Cooling of urban environments through landscape architecture: A temperature-reducing
design proposal for an industrial area in Stockholm
Handledare: Per G Berg, SLU, institutionen för stad och land
Examinator: Petter Åkerblom, SLU, institutionen för stad och land
Biträdande examinator: Anna Lundvall, SLU, institutionen för stad och land
Omslagsbild: Akvarellbild, Ulrika Liljenfeldt
Upphovsrätt: Samtliga bilder/foton/illustrationer/kartor i examensarbetet publiceras med tillstånd från
upphovsrättsinnehavaren. Där inget annat anges är de författarens egna.
Originalformat: A3
Nyckelord: Landskapsarkitektur, Hållbarhet, Nedkylning, Värmeöeffekt
Elektronisk publicering: <https://stud.epsilon.slu.se>

FÖRORD

Idén för detta arbete tillkom under den extremt varma sommaren år 2018 då flera byggnader runt om i landet hade problem med att hålla rätt inomhustemperatur. Äldreboenden hade det svårt, operationer på sjukhus fick skjutas upp och mycket energi gick åt för att hålla kylsystem och fläktar igång. Under min tid som student på landskapsarkitektprogrammet på Sveriges lantbruksuniversitet, Ultuna, har jag fått lära mig om vikten av vegetationens effekt på klimatet i bebyggda miljöer. I detta arbete ville jag undersöka vidare hur vi som landskapsarkitekter kan använda vår roll för att skapa behagliga och hållbara miljöer för att minska problem som kommande värmeböljor kan medföra i framtiden.

Jag vill tacka Bo Åkerberg, min kontaktperson hos AstraZeneca, företaget som detta arbete utgått från. Jag vill också tacka min handledare, Per G Berg, och nära och kära som hjälpt till med korrekturläsning och uppmuntrande tillrop!

Tack!

Ulrika Liljenfeldt 2020

SAMMANFATTNING

Förtätning och eliminering av grönska i våra städer orsakar idag stora problem med värme i urbana miljöer. Då ett varmare klimat är att vänta kan problemen med värme väntas bli ännu allvarligare i framtiden. Ju högre temperaturen är i den kringliggande luften desto högre blir belastningen på byggnadernas kylsystem. Den höga belastningen på kylsystemen leder till en ökad energiförbrukning vilket i sin tur leder till ökade kostnader och koldioxidutsläpp.

I detta arbete undersöks hur man genom gestaltning av utemiljön kan motverka värmebildning i urbana miljöer och därigenom minska belastningen på kylsystem under varma perioder. Arbetet undersöker även hur en temperatursänkande gestaltning kan kombineras med att skapa en attraktiv utemiljö för människan. Arbetet utgår från ett industriområde tillhörande läkemedelsföretaget AstraZeneca beläget i Gärtuna, söder om Stockholm.

En inledande litteraturgenomgång redovisar exempel på de temperatursänkande åtgärder som främst kan användas inom landskapsarkitektur. De främsta temperatursänkande åtgärderna är skuggning med hjälp av vegetation, ökad evapotranspiration (avdunstning) och användandet av material med högt albedo (reflektionsförmåga). Litteraturgenomgången behandlar även litteratur om olika designteorier gällande gestaltning av utemiljöer.

Resultatet av litteraturgenomgången tillämpas sedan i ett gestaltningsförslag av ett industriområde. Industriområdet som tillhör läkemedelsföretaget AstraZeneca innehåller byggnader med speciella klimatkrav på inomhustemperatur och kontroll av insekter. Gestaltningsförslaget redovisas i två delar där de temperatursänkande åtgärderna och dess effekt på den mänskliga upplevelsen undersöks i olika skala och på olika detaljnivå. Del 1 redovisar temperatursänkande åtgärder för industriområdet i stort och Del 2 redovisar en mer detaljerad gestaltning av en uteplats i anslutning till en av de mest solutsatta lagerlokalerna i området.

ABSTRACT

The densification and elimination of greenery in our cities cause major problems with heat in urban environments today. As a warmer climate is to be expected, the problems with heat can become even more serious in the future. The higher the temperature in the surrounding air, the higher the load on the building's cooling systems will become. The high load on the cooling systems leads to an increased energy consumption, which in turn will lead to increased costs and carbon dioxide emissions.

This thesis examines how, by designing the outdoor environment, it is possible to counteract heat generation in urban environments and thereby reduce the load on cooling systems during hot periods. The work also investigates how temperature-reducing design can be combined with creating an attractive outdoor environment for people. The thesis is based on an industrial area belonging to the pharmaceutical company AstraZeneca, located in Gärtuna, south of Stockholm.

An introductory literature review presents examples of the temperature-reducing measures that primarily can be used within landscape architecture. The main temperature-reducing measures are shading by means of vegetation, increased evapotranspiration and the use of materials with high albedo (reflectivity). The literary survey also covers literature on various design theories regarding the design of outdoor environments.

The result of the literary survey is then applied in a design proposal of an industrial area. The industrial area belonging to the pharmaceutical company AstraZeneca contains buildings with special climatic requirements for indoor temperature and control of insects. The design proposal is presented in two parts where the temperature-reducing measures and their effect on the human experience are examined in different scales and at different levels of detail. Part 1 presents temperature-reducing measures for the industrial area as a whole and Part 2 presents a more detailed design of a patio adjacent to one of the most exposed storage buildings in the area.

SUMMARY

The climate is getting warmer and the fact that humans accelerate the process is well known (SMHI 2020a). Large amounts of energy is being used to cool down buildings during the summer months, which leads to increased CO₂ emissions (Akbari 2002). The increased amount of CO₂, in turn, amplifies the greenhouse effect which causes the temperature on earth to rise and the negative spiral is under way (Naturskyddsföreningen 2017a).

When cities become densified and green areas disappear, the areas that contribute with moisture and shade are reduced. This leads to the heating of urban areas and cause urban heat islands in the landscape (EPA 2008). The warmer it gets the more energy is needed to cool down buildings, and the heat that this generates is then being pumped into the outdoor environment which also contributes to the heat island effect (Moss et al. 2018).

As landscape architects, we can help influence the future of our cities and this thesis explores how landscape architecture can be used to lower the temperature in urban environments.



AstraZenecas facilities in Gärtuna, Stockholm.

THE SITE

AstraZeneca is a global pharmaceutical company located in Gärtuna, south of Stockholm. Since the company works with medical equipment, some of the buildings have special climatic requirements such as the regulation of the indoor temperature and control of insects (Åkerberg 2020). AstraZeneca is also a

company that values sustainability and aims to eliminate its carbon dioxide emissions by 2025, and by 2030 they want to ensure that the company's operations are carbon dioxide-negative (AstraZeneca 2020).

During the extremely hot summer of 2018, a lot of energy was required to maintain the right temperature in some of the most exposed buildings at AstraZeneca. With a warmer climate to be expected, it is likely that even more energy will be needed in the future to cool down the premises, which in turn will lead to increased carbon dioxide emissions. This thesis examines how the outdoor environment around AstraZeneca's premises can be redesigned to reduce the load on cooling systems during hot periods, thereby reducing the company's carbon dioxide emissions and creating better conditions for maintaining the premises' climate requirements.

METHOD

A literary review was conducted to find out what methods within landscape architecture can be used to lower temperatures in urban environments. Literature regarding design theory of outdoor environments was also studied.

A design process including inventory, analysis, sketch work and a final design proposal was made to apply the knowledge of the literary survey on a real situation.

VARIOUS METHODS OF COOLING

Listed below are number of methods within landscape architecture that can be used to create cooler microclimates and cool down buildings from the outside:

- Increase the amount of evapotranspiration
- Increase the surface's albedo (reflectivity)
- Shade the roofs, facades and the ground
- Use green facades and roofs

EVAPOTRANSPIRATION

Evapotranspiration can be used to lower the temperature and create pleasant microclimates in urban areas (Moss et al. 2018). When water transitions from liquid form to gas form, energy (heat) is consumed (SMHI 2017). This process results in the reducing of the temperature in the air (Moss et al. 2018). An increased amount of vegetation in an area increases the evapotranspiration.

The vegetation emits water vapor through its stomas and they can also collect precipitation, which is then evaporated, while water that falls on hardened surfaces is usually drained (Bokalders & Block 2010). Adding water elements as fountains can also be used to increase the evaporation and create cooler microclimates (Bokalders & Block 2010 s. 413).

ALBEDO (REFLECTIVITY)

Using materials that have a high albedo is also something that reduces heat gain in buildings and surrounding outdoor environments (Taha et al. 1992). Materials that have a dark color have a low albedo and absorb solar radiation which warms up the surface, while materials that have a lighter or white colour reflect away the solar radiation resulting in a decreased warming of the surface (Nature Protection Association 2017b, Taha et al. 1992). Vegetation has a good reflectivity and according to Castleton et. al (2010) green roofs can hold 27 °C while black roofs can be 80 °C under the same conditions.

SHADING

The shading of roofs, facades and the ground is something that lowers the temperature and reduces energy consumption as it protects the buildings from solar radiation and strong light from reflective surfaces (Akbari 2002). The shading of the ground also contributes to a temperature decrease in surrounding surface layers, which reduces the temperature in the air and in the buildings (Akbari 2002).

GREEN ROOFS AND FACADES

Green roofs and facades are methods that combine the effects of shading, reflection and evapotranspiration.

DESIGN THEORY

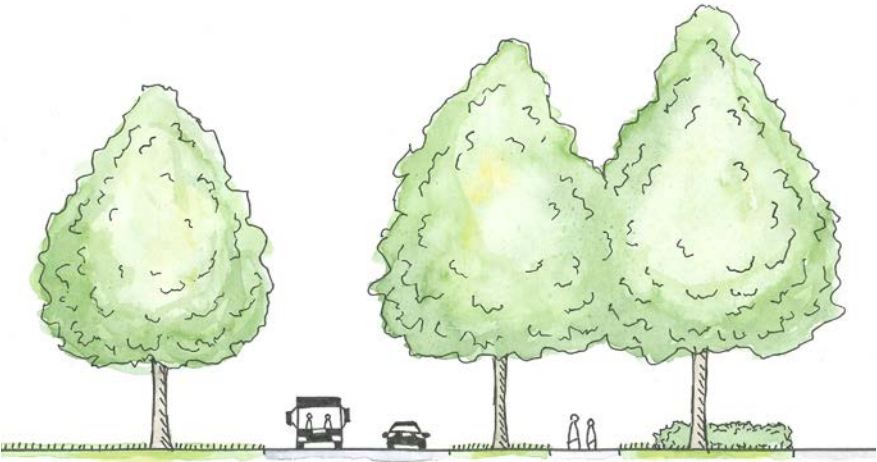
The combination of different values as functional, social, ecological and aesthetic is the key to a successful design (Murphy 2016). As several of the values overlap and reinforce each other, design from an ecological perspective can often be the key to achieving multiple values such as social and aesthetic (Thompson 2002). Increasing the amount of vegetation in urban areas does not only contribute to the cooling of temperatures and the ecological values, but it also promotes human health.

Bringing in more vegetation not only contributes to cool and ecological values, but it also promotes human health. According to C/O City (2014) proximity to green environments promotes people's resilience and ability to concentrate.

PART 1: THE AREA AT LARGE

By proposing several overall temperature-reducing measures for the entire area, the temperature in and around the buildings should be reduced and thereby also the load on the cooling systems during hot periods. The temperature-reducing measures were combined with aesthetic, social, functional and ecological values.

- **GREEN FACADES:** Sun-exposed facades in the south and west parts of the facility are provided with vegetation to protect it against solar radiation. The green facades also contribute with aesthetic qualities in the urban environment..
- **GREEN ROOFS:** The former black roofs are replaced with green roofs to reduce the heat generated on the roofs.
- **GREEN PARKING LOTS:** The parking lots are provided with more greenery in the form of trees, bushes and grass reinforcement to reduce heat gain. A varied plant material contributes with aesthetic and social values.
- **TREE AVENUES ALONG THE MAIN STREETS:** Avenues of trees contributes to increased shading, reflectivity, evaporation and helps with orientation. The tree avenues also contribute with aesthetic values and helps with orientation in the area. The tree crowns also create functional values in the form of leaf shade and rain protection.
- **VEGETATION ON OPEN SURFACES:** Larger, broad-crowned trees are placed on the open grass areas to help provide shade and increase evaporation. Two larger unused areas are converted into coniferous forest, which connects to the surrounding forest areas.



A section showing the avenue of Tilia cordata 'Greenspire' which marks the entrance to the area and contributes with shade, reflectivity and evaporation.

PART 2: THE PATIO

By taking advantage of the sunlight and the strategic placement of vegetation, seating opportunities and activity areas, several rooms are created in close connection to greenery. The placement and the increased amount of vegetation contributes to more shading of the building and the paved areas, more evapotranspiration and the reflection of solar radiation which reduces heat gain at the site.

CONCEPT "THE SUN"

The concept "The Sun" aims to exploit the sun and see it as an asset and not just a problem. Seats in a nice sun position and plant material that connect to the sun's light and colour permeates the site.

THREE ROOMS

The patio is divided into three rooms: the social room for food and meetings, the slightly more private room for peace and tranquillity and the active room consisting of an outdoor gym.



The patio contains of three different rooms for different activities and levels of social interaction; the rooms for "Food & meetings", "Peace & tranquillity" and the outdoor gym.

CONCLUSION

By combining various temperature-reducing methods such as increased shading using shade trees and green facades, increased evapotranspiration through an increased amount of leaf mass and the introduction of water elements and an increased albedo through the introduction of green roofs, green parking areas and an increased amount of vegetation in general, the temperature in the area should decrease during hot periods.

The temperature-reducing methods are in the design proposal combined with other functional, aesthetic, social and ecological values. Combining these values creates an outdoor environment that should be attractive for employees to stay in. As functional, ecological, social and aesthetic values often go hand in hand, it

is relatively easy to combine them as an increased amount of vegetation often seems to be the common solution. Increasing the amount of vegetation in urban environments thus seems to be the key to meeting the needs of people, animals, nature and temperature.

The only value that can be difficult to weave in is the economic value, as densification and the elimination of green surfaces in urban environments still dominates. However, the results of this work show that there can be an economic advantage in introducing more vegetation into urban environments as it prevents the problems that a warmer climate can cause while contributing to better the health of the people in the society.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

INTRODUKTION	8	OMRÅDET I STORT	21	DEN EKONOMISKA FAKTORN	38
SYFTE	8	1. GRÖNA FASADER	22	METODDISKUSSION	38
FRÅGESTÄLLNING	8	2. GRÖNA TAK	22	ANDRA MÖJLIGHETER	39
AVGRÄNSNINGAR	8	3. GRÖNA PARKERINGSYTOR	23	SLUTSATSER	39
METOD	9	4. TRÄDALLÉER LÄNGS HUVUDGATORNA	25	VIDARE FORSKNING	39
LITTERATURGENOMGÅNG	10	5. VEGETATION PÅ ÖPPNA YTOR	27	REFERENSER	40
OLIKA ÅTGÄRDER FÖR NEDKYLNING	11	DEL 2: UTEPLATSEN	28		
EVAPOTRANSPIRATION (AVDUNSTNING)	11	INVENTERING OCH ANALYS	29		
ALBEDO (REFLEKTIONSFÖRMÅGA)	12	NEDKYLANDE PERSPEKTIV	29		
SKUGGNING	12	UPPLEVELSEMÄSSIGT PERSPEKTIV	30		
GRÖNA FASADER OCH TAK	13	UTEPLATSEN	31		
GESTALTNING AV UTEMILJÖER FÖR MÄNNISKAN OCH MILJÖN	14	MAT & MÖTEN	32		
		LUGN & ÅTERHÄMTNING	33		
RESULTAT	15	UTEGYM	34		
ANVÄNDNING AV NEDKYLANDE ÅTGÄRDER INOM LANDSKAPSARKITEKTUREN	16	VÄXTLISTA	35		
GESTALTNING	17	DISKUSSION	36		
DEL 1: OMRÅDET I STORT	18	KAN GESTALTNINGSFÖRSLAGET BIDRA TILL EN TEMPERATURREDUCERING I OMRÅDET?	37		
INVENTERING OCH ANALYS	19	KAN GESTALTNINGEN BIDRA TILL EN ATTRAKTIV UTEMILJÖ FÖR MÄNNISKAN?	37		
NEDKYLANDE PERSPEKTIV	19	INSEKTSFRÅGAN	38		
UPPLEVELSEMÄSSIGT PERSPEKTIV	20				

INTRODUKTION

Temperaturen på jorden blir varmare och varmare för varje år, och runt år 2100 kommer genomsnittstemperaturen troligen att ha ökat med 2-6 °C jämfört med den genomsnittstemperatur som uppmätts under perioden 1960-1990 (SMHI 2020a, 2020b). Samtidigt fortsätter städer att förtätas på bekostnad av de grönytor som tidigare bidragit med fukt och svalka (EPA 2018).

De allt mer hårdgjorda städerna bildar så kallade urbana värmeöar i landskapet. Enligt EPA (US Environmental Protection Agency 2018) kan en stad med cirka en miljon invånare ha en genomsnittlig temperatur som är 1-3 °C varmare än kringliggande områden, och på kvällen kan temperaturskillnaden mellan gröna och urbana områden vara så stor som 12 °C.

Denna temperaturskillnad kan leda till en ökad energiförbrukning under sommarmånaderna, ökade kostnader för luftkonditionering, ökade utsläpp av växthusgaser och problem med värmerelaterade sjukdomar och dödsfall (EPA 2018). Den ökade mängden utsläpp av växthusgaser leder i sin tur till en förstärkning av växthuseffekten som värmer upp jorden och den negativa spiralen är igång (Naturskyddsföreningen 2017a).

Under den extremt varma sommaren år 2018 hade många byggnader problem med att hålla behagliga inomhustemperaturer. Äldreboenden var hårt drabbade och operationer på sjukhus fick skjutas upp då en steril miljö inte kunde garanteras. Även läkemedelsföretaget AstraZeneca drabbades av värmen då deras lokaler med speciella klimatkrav på inomhustemperatur riskerade att bli för varma och fuktiga i hettan.

AstraZeneca är även ett företag som jobbar aktivt för att minska sina koldioxidutsläpp. Då nedkylning av byggnader under varma perioder är en energikrävande process som leder till ökade koldioxidutsläpp vore det intressant att undersöka hur utemiljön kring AstraZenecas miljöer kan gestaltas om för att sänka temperaturen i området och därmed minska belastningen på kylsystemen så att lokalernas klimatkrav kan säkerställas samtidigt som företagets koldioxidutsläpp minskas.

SYFTE

Syftet med detta examensarbete är att bidra till ny kunskap om hur man genom gestaltning av utemiljön kan sänka temperaturen i urbana miljöer och därmed minska energiförbrukningen för nedkylning och säkerställa en önskad inomhustemperatur under varma perioder. Syftet är även att visa hur den temperatursänkande gestaltningen kan bidra till att göra utemiljön attraktiv för människan. Resultatet av arbetet kan sedan användas vidare för att undersöka hur olika temperatursänkande åtgärder kan appliceras på befintliga urbana miljöer samt framtida stadsplanering.

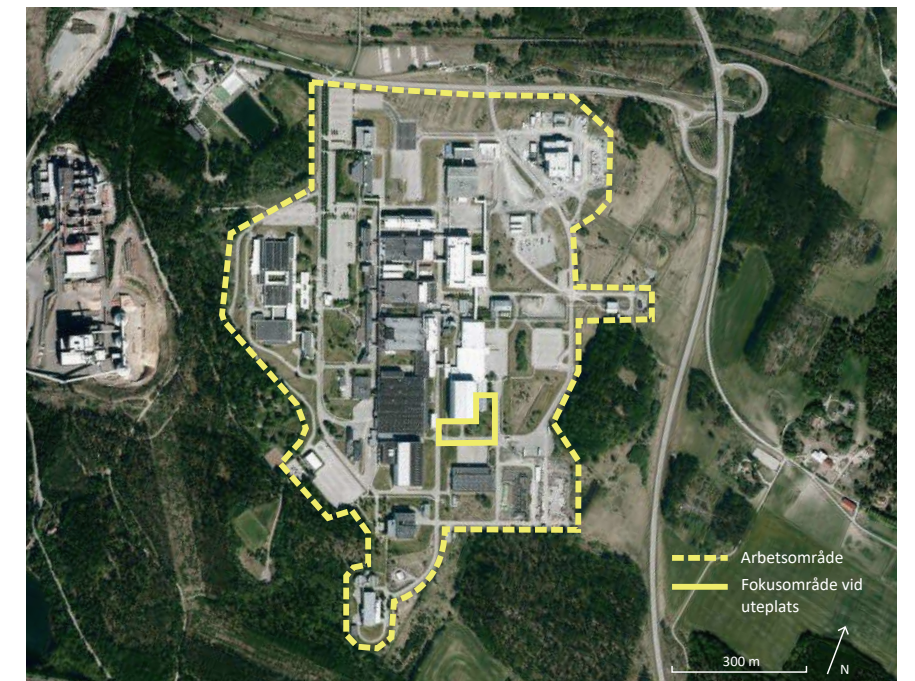
FRÅGESTÄLLNING

- Hur kan landskapsarkitektur bidra till att sänka temperaturen i urbana miljöer för att minska energiförbrukningen för nedkylning under varma perioder?
- Hur kan detta samtidigt skapa en attraktiv utemiljö för människan?

AVGRÄNSNINGAR

Arbetet har avgränsats geografiskt till utemiljön kring läkemedelsföretaget AstraZenecas industriområde beläget i Gärtuna, söder om Stockholm. En mer detaljerad gestaltning av en uteplats gjordes i anslutning till en av de mest solutsatta lagerlokalerna.

Arbetet har koncentrerats till landskapsarkitektur som kan användas för att sänka temperaturer i urbana miljöer, främst genom tillägg av vegetation runt och på byggnader, val av markbeläggning och utrustning. Även färg på fasader kommer att behandlas då det både har en termisk och upplevelsemässig påverkan på utemiljön och byggnader. System som kylaggregat och solceller har uteslutits då fokus ligger på grönska och materialval.



Figur 1. Arbetsområdesgräns över AstraZenecas industriområde samt markering av uteplatsen i anslutning till en av de mest solutsatta lagerlokalerna. (Eniro/© Lantmäteriet, omarbterad av författaren).

METOD

Ett strategiskt urval av metoder gjordes för att genomföra arbetet. Metoderna som användes var en litteraturgenomgång och gestaltning.

LITTERATURGENOMGÅNG

En litteraturgenomgång gjordes för att ta reda på vilka åtgärder inom landskapsarkitektur som kan användas för att sänka temperaturen i urbana miljöer och därigenom minska belastningen på kylsystem under varma perioder. Även olika designteorier inom landskapsarkitektur och grönskans effekt på människan undersöktes för att kunna kombinera den temperatursänkande gestaltningen med att skapa en attraktiv plats för människan.

Vetenskapliga artiklar hittades via Google Scholar samt i referensförteckningar i olika artiklar och studentarbeten. Hemsidor med relevant information hittades via Google.

Artiklar av Hashem Akbari, professor bygg-, anläggnings- och miljöteknik vid Concordia University med specialinriktning på värmeeffekten, svala tak och markmaterial, energieffektivitet och energioptimering i byggnader, har varit av stort värde i detta arbete. Akbari återkommer som referens i många av de olika vetenskapliga artiklar som behandlar liknande ämnen. Även klimatinformation från SMHI har varit värdefull.

GESTALTNING

Gestaltning som metod innefattade platsbesök med intervju av en ansvarig på området, inventering, analys, skissarbete och gestaltningsförslag där lärdomarna från litteraturgenomgången applicerades på en verklig situation. Gestaltningen delades upp i två delar i olika skala för att undersöka de temperatursänkande åtgärderna i olika detaljnivå.

PLATSBESÖK OCH INTERVJU

Platsbesöket hos AstraZeneca i Gärtuna utfördes den 14 februari 2020 kl 09:30-11:00 och bestod av en rundvandring och intervju med projektingenjör Bo Åkerberg. Rundvandringen tog plats i en av lagerlokalerna samt i miljön utanför, och förberedda frågor ställdes för att ta reda på möjligheter och utmaningar med platsen.

Åkerberg fick även berätta fritt om AstraZenecas lokaler och hur verksamheten fungerar.

INVENTERING OCH ANALYS

Arbetsområdet inventerades och analyserades på plats (se avsnitt om platsbesök ovan) och via Google maps och Eniros kartverktyg. Området analyserades utifrån kunskapen som togs fram via litteraturgenomgången, dels ur ett nedkylande perspektiv och dels ur ett upplevelsemässigt perspektiv utifrån designteorierna av Alexander et. al (1977), Murphy (2016) och Thompson (2002).

NEDKYLANDE PERSPEKTIV

Området inventerades och analyserades utifrån kunskaperna om nedkylning som togs fram i litteraturgenomgången. Saker som kartlades var hårdgjorda ytor som bidrar till värmeökning, takens reflektionsförmåga, befintlig vegetation som kan bidra med skuggning, avdunstning och reflektion av solljus, ytor med möjlighet till mer vegetation samt solutsatta fasader.

UPPLEVESEMÄSSIGT PERSPEKTIV

Området inventerades och analyserades även ur ett upplevelsemässigt perspektiv utifrån de designteorier som redovisades i litteraturgenomgången (Alexander et. al 1977, Murphy 2016 & Thompson 2002). Det som inventerades och analyserades var utemiljöns estetiska, sociala, funktionella och ekologiska värden. Saker som undersöktes i respektive kategori var:

- Estetiska värden: Utblickar, mängden vegetation i området som kan bidra till estetiska värden, vegetationens variation och olika estetiska kvaliteter.
- Sociala värden: möjlighet till att slå sig ned i anslutning till grönska, möjlighet att sitta både privat och socialt, möjlighet till olika sorters återhämtning som att sitta ned och att röra på sig.
- Funktionella värden: möjlighet att sitta både i sol och skugga, möjlighet till regnskydd.
- Ekologiska värden: Mängden vegetation, variation i vegetation.

SKISSARBETE

Genom att skissa för hand med papper och penna testades olika trädstorlekar och växtkombinationer på de olika delarna i området. Genom att skissa på utskrivna ortofoton från Google maps och Eniro utforskades vart det fanns möjlighet att fylla ut med mer vegetation för att bidra med ökad avdunstning, skuggning och reflektion av solljus.

Utformningen av den mer detaljerade gestaltningen togs också fram genom att skissa för hand. Exakta mått togs fram via programvaran AutoCAD 2020. Rumslighet och förhållanden mellan vegetation och andra aspekter undersöktes i sektioner och genom att skissa i 3D i programvaran Sketchup.

GESTALTNINGSFÖRSLAGET

Resultaten av gestaltningsprocessen redovisas i två olika skalor där de temperatursänkande åtgärderna undersöktes i olika detaljnivå.

TEORI

Gestaltande av städer och urbana miljöer bygger på en mix av tektonik och tropism (Hedfors 2014). Tektonik innefattar statiska, byggda element som byggnader och vägar medan tropism beskriver den dynamiska processen av levande material som vegetation. Inom landskapsarkitektur är förståelsen av tropism och hur vegetation utvecklas och förändras essentiellt för att kunna gestalta och förvalta levande miljöer (ibid.). Till skillnad från byggnadsarkitekter som endast använder sig av tektonik så använder sig landskapsarkitekter av både tektonik och tropism för att skapa miljöer som uppfyller människans behov (ibid.).

I detta arbete undersöks hur man främst genom tropism kan angripa problem med värme i en urban miljö som i dagsläget består till stor del av tektoniska element.

LITTERATURGENOMGÅNG

OLIKA ÅTGÄRDER FÖR NEDKYLNING

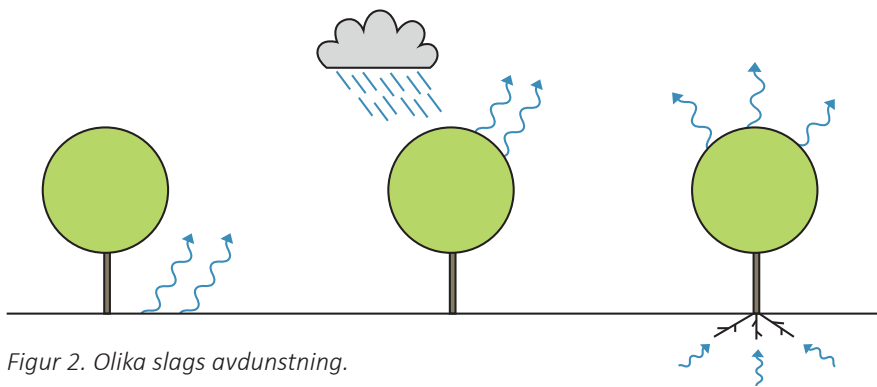
För att motverka de negativa aspekter som ett varmare klimat kan medföra finns det flera åtgärder som landskapsarkitekter kan vidta. Nedan diskuteras följande fyra åtgärder som är lämpliga för att skapa svalare mikroklimat samt för att kyla ned byggnader genom åtgärder av utemiljön:

- Öka mängden evapotranspiration (avdunstning)
- Höja albedovärdet på ytor (reflektionsförmågan)
- Skugga tak, fasader och mark
- Anlägga gröna fasader och tak

Källorna som använts i arbetet är främst vetenskapliga artiklar från olika vetenskapliga journaler som redovisar olika metoder för att sänka temperaturer och vad detta har för påverkan på energiförbrukning i byggnader. Värt att notera är att studierna som utförs i de vetenskapliga artiklarna ofta utgår från andra länder än Sverige. Eftersom Sverige i dagsläget har ett annat klimat än till exempel Storbritannien och Nordamerika är det svårt att säga exakt vad studierna skulle haft för resultat om de utfördes i Sverige. Som tidigare nämnts kommer dock klimatet i Sverige i framtiden troligen att mildras och påminna mer om Storbritanniens klimat (Kottek et. al 2006b, Rubel et. al 2017b). Skuggning, ökning av materials albedo och ökad evapotranspiration bör dock leda till sänkta temperaturer vart man än befinner sig.

EVAPOTRANSPIRATION (AVDUNSTNING)

Evapotranspiration (avdunstning) kan användas för att sänka temperaturer och skapa behagliga mikroklimat (Moss et. al 2018). Evapotranspiration är den sammanlagda avdunstningen av vattenånga till atmosfären från evaporation, interception och transpiration (SMHI 2017). Evaporation är den avdunstning som sker direkt från marken, öppna vattenytor, snö och is. Interception avser det vatten som fångas upp av blad och barr vid nederbörd och sedan avdunstar utan att nå marken. Transpiration är den vattenånga som avges från bladens klyvöppningar (SMHI 2017). En ökad mängd vegetation i ett område ökar evapotranspirationen då vegetation kan avge vattenånga genom sina klyvöppningar samt att de kan samla upp nederbörd som sedan avdunstar, medan vatten som faller på hårdgjorda ytor i större grad rinner bort (Bokalders &



Figur 2. Olika slags avdunstning.
Evaporation: Vatten avdunstar direkt från mark och öppna vattenytor.
Interception: Nederbörd som fångas upp av vegetation avdunstar direkt därifrån.
Transpiration: Vattenånga som avges från bladens klyvöppningar.

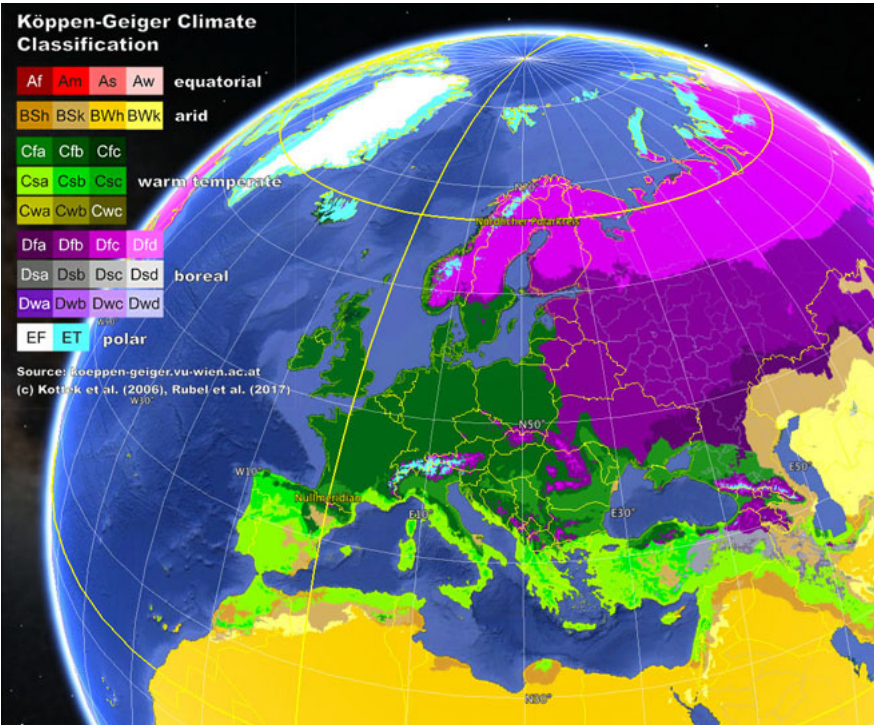
Block 2010). När vatten övergår från flytande form till gasform går det åt energi i form av värme (SMHI 2017). Denna process resulterar i att temperaturen i luften reduceras (Moss et. al 2018). För att avdunstningen ska kunna fortgå krävs det att vattenånga som bildas ständigt förs bort. Detta sker genom att vind och turbulens för bort den bildade vattenånga (SMHI 2017).

Evapotranspiration sänker temperaturen lokalt i luften, och byggnader som är belägna i ett område där det sker evapotranspiration förbrukar därmed mindre energi för nedkylning (Akbari 2002). Under vintern är den kylande effekten av evapotranspiration lägre då många lövfällande träd har tappat sina blad och den omgivande temperaturen är betydligt svalare (Akbari 2002). Eftersom problemet med höga temperaturer sker under sommaren är avsaknaden av evapotranspiration under vintern inte ett problem utan kan snarare ses som en positiv aspekt.

I den vetenskapliga artikeln “Influence of evaporative cooling by urban forests on cooling demand in cities” av Moss et. al (2018) publicerad i den vetenskapliga journalen “Urban Forestry and Urban Greening” undersöks olika trädarters evapotranspiration och dess kylande effekt i tre olika städer i Storbritannien. Städerna som undersöktes var Edinburgh, Storlondon och Wrexham, och dessa städer har klimatbeteckningen “Cfb” enligt Köppen-Geigers klimatklassifikation (Moss et. al 2018). Cfb innebär ett maritimt klimat som kännetecknas av ett fuktigt klimat med liten temperaturskillnad mellan dag och natt (Nationalencyklopedin 2019). Enligt Köppen-Geigers klimatklassifikation tillhör även södra Sverige Cfb-beteckningen (Kottek et. al 2006a, Rubel et. al 2017a).

I en simulering på hemsidan “World Maps of Köppen-Geiger Climate Classification” (Kottek et. al 2006b, Rubel et. al 2017b) visas en uppskattning på hur klimatklassifikationerna kommer kunna att förändras från år 2000 till år 2100. I simuleringen väntas en större yta av Sverige täckas av ett maritimt klimat (Cfb) istället för det boreala klimatet (Dfc) som täcker en stor del av Sverige idag (Kottek et. al 2006b, Rubel et. al 2017b). Det boreala klimatet kännetecknas av barrskog och tundra (Skogskunskap 2019).

Hur mycket evapotranspiration ett träd kan bidra med beror på flera olika aspekter. En aspekt är hur stor lövarea ett träd har vilket i sin tur påverkas av trädart, kronstorlek, ålder på bladen och hur trädet mår (Moss et. al 2018). Även aspekter som solljus, temperatur, luftfuktighet, vind och tillgång på vatten påverkar trädens möjlighet till evapotranspiration (Moss et. al 2018). Träd med stor lövarea, god tillgång på vatten och hög transpiration är



Figur 3. Karta över klimatindelningen i dagsläget enligt Köppen-Geigers klimatklassifikation. (Kottek et. al 2006a, Rubel et. al 2017a).

HUVUDKLIMAT:	NEDERBÖRD:	TEMPERATUR:	
A: Ekvatoriskt	W: Öken	h: Hett och torrt	F: Polar frost
B: Torrt	S: Stäpp	k: Kallt och torrt	T: Polar tundra
C: Varmtempererat	f: Totalt fuktigt	a: Het sommar	
D: Snö	s: Torr sommar	b: Varm sommar	
E: Polarklimat	w: Torr vinter	c: Sval sommar	
	m: Monsuner	d: Inlandsklimat	

mest effektiva när det gäller sänkning av lufttemperaturen (Moss et. al 2018).

I studien av Moss et. al (2018) undersöktes vilka träd som var vanligast i Edinburgh, Storlondon och Wrexham samt vilka träd som var effektivast när det gällde nedkylning av lufttemperaturen. De tre arter som hade mest kylande effekt via evapotranspiration enligt Moss et. al (2018) var:

EDINBURGH:	INRE LONDON:
1. Castanea sativa, äkta kastanj	1. Platanus hybrida, platan
2. Acer platanoides, skogslönn	2. Quercus petraea, bergesk
3. Prunus avium, fågelbär	3. Prunus avium, fågelbär
WREXHAM:	YTTRE LONDON:
1. Platanus hybrida, platan	1. Castanea sativa, äkta kastanj
2. Fagus sylvatica, bok	2. Crataegus monogyna, trubbhagtorn
3. Castanea sativa, äkta kastanj	3. Populus spp., poppel

Figur 4. Träd med goda nedkylande egenskaper i England (Moss et. al 2018)

Träd som återkommer i studien som goda avkylare via evapotranspiration är *Castanea sativa*, *Platanus hybrida* och *Prunus avium* (Moss et. al 2018). Gemensamt för dessa träd är att de är bredkroniga, lövfällande träd som klarar sig bra i stadsmiljöer (Tönnersjö plantskola 2020). Träden listade ovan är träd som trivs och frodas i Englands maritima, milda och fuktiga klimat. Om Sverige i framtiden skulle få ett mildare klimat som simuleringen (Kottek et. al 2006a, Rubel et. al 2017a) påvisar kan dessa arter även komma att trivas i större delar av Sverige. Södra Sverige har redan nu samma klimatklassifikation, Cfb, som England (Kottek et. al 2006a, Rubel et. al 2017a) och den goda nedkylaren *Prunus avium*, fågelbär, finns redan idag på många platser i södra och mellersta Sverige.

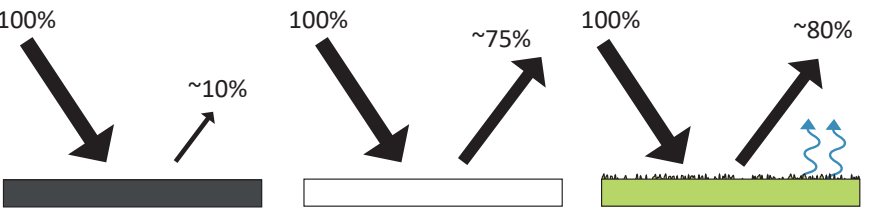
Dessa träd kräver en hel del utrymme om de ska nå sin fulla potential eftersom de har en stor och bred krona. I studien menar Moss et. al (2018) att även mindre träd som *Crataegus laevigata*, *Prunus 'Umineko'*, *Pyrus calleryana* och *Sorbus arnoldiana* har goda evapotranspirationsegenskaper. Även små till medelstora träd som *Acer campestre* och *Ostrya carpinifolia* visade sig ha goda egenskaper då de anpassade sig väl till klimatförändringar som till exempel torka (Moss et. al 2018).

VATTENELEMENT

Även element som fontäner kan användas för att bidra till evapotranspirationen och skapa svalare mikroklimat (Bokalders & Block 2010 s. 413). Redan för 1000 år sedan använde sig perserna av fontäner i palatsträdgårdarna för att skapa behagliga mikroklimat i hettan (Bokalders & Block 2010 s. 413).

ALBEDO (REFLEKTIONSFÖRMÅGA)

Att använda sig av material som har ett högt albedovärde är också något som reducerar värmeökning i byggnader och omgivande utemiljöer (Taha et. al 1992). Albedo är ett mått på en ytas reflektionsförmåga då albedo 1,00 innebär att allt ljus reflekteras och albedo 0,00 innebär att inget ljus reflekteras (Naturskyddsföreningen 2017b). Kylning av byggnader med hjälp av material med högt albedo kan ske både direkt och indirekt (Taha et. al 1992). Genom att förse ett tak eller en fasad med ett material som har ett högt albedovärde sänks temperaturen direkt genom en reduktion av byggnadens värmeupptag. Temperaturen sänks indirekt genom att förse kringliggande ytor med material med högt albedo vilket sänker den kringliggande temperaturen (Taha et. al 1992).



Figur 5. Mörka tak har en sämre reflektionsförmåga (lägre albedo) än vita och gröna tak, vilket gör att de istället absorberar solstrålning och blir varma.

Material som har en mörk färg har ett lågt albedo och absorberar solstrålning vilket värmer upp ytan, medan material som har en ljusare eller vit färg reflekterar bort solstrålningen vilket resulterar i en minskad uppvärmning av ytan (Naturskyddsföreningen 2017b, Taha et. al 1992). I undersökningar gjorda av Taha et. al (1992) visade det sig att under soliga dagar kunde mörka tak ha en uppmätt temperatur som var cirka 40°C varmare än den kringliggande luften medan tak med ett högt albedo endast var 5°C varmare än den kringliggande luften. Castleton et. al (2010) menar även att ett svart tak kan nå temperaturer på 80 °C medan ett grönt tak håller 27 °C under samma förhållanden.

Nedan listas albedovärdet av några utvalda material:

- Åldrad asfalt: 0,10-0,18 (Praticó et. al 2012)
- Ljus betong: 0,35-0,40 (Praticó et. al 2012)
- Vegetationsytor som gröna tak: 0,7-0,85 (Li & Yeung 2014)*
- Vit färg: 0,7-0,8 (Berge 2001[2000] s. 248, Li & Yeung 2014)
- Svart färg: ca 0,01 (Berge 2001[2000] s. 248)
- Tegel: cirka 0,14 (Berge 2001[2000] s. 248)
- Trä: cirka 0,14 (Berge 2001[2000] s. 248)

* Notera att gröna tak även reducerar temperaturer genom evapotranspiration (se avsnitt om evapotranspiration).

Simuleringar gjorda av Taha et. al (1992) visar att genom att förse stora ytor som tak, gator, trottoarer, skolgårdar och parkeringar med material med ett högt albedo kan toppbelastningen av nedkylningssystem reduceras med ca 30-50% i flera amerikanska städer.

SKUGGNING

Att skugga tak, fasader och mark är något som sänker temperaturen och minskar energiförbrukningen för nedkylning menar Akbari (2002), professor i bygg-, anläggnings- och miljöteknik vid Concordia University. Akbari (2002) menar i sin artikel "Shade trees reduce building energy use and CO₂ emissions from power plants" att skuggning av tak, fasader och mark med hjälp av träd skyddar mot solstrålning och starkt ljus från himlen och från reflekterande ytor i den närliggande miljön. Skuggningen bidrar även till en temperatursänkning i kringliggande ytskikt vilket reducerar temperaturökningen i byggnaderna (Akbari 2002). Träden kan i sin tur använda solljuset till sin fotosyntes. Att använda sig av lövfällande träd är en bra metod då skuggningseffekten av träden minskas under vintern då den inte behövs (Akbari 2002).

Effekten på energiförbrukning av skuggning från träd har även undersökts av Donovan och Butry (2009) i artikeln "The value of shade: Estimating the effect of urban trees on summertime electricity use". I artikeln undersöks hur energiförbrukningen för nedkylning påverkas av skuggande träd i Sacramento, Kalifornien. Donovan och Butry (2009) menar att hur träden är placerade i förhållande till själva byggnaden är av stor betydelse. De menar

att träd som placeras söder och väster om en byggnad är mest effektivt för att spara energi under sommarmånaderna. Träd i öst gav ingen särskild effekt medan träd placerade norr om en byggnad i själva verket kunde öka energiförbrukningen under sommaren (Donovan & Butry 2009). Detta kan bero på att trädet blockerar den kylande effekten från vinden, förhindrar värmeutsläppet från byggnaden om natten eller orsakar ett större behov av tända lampor (Donovan & Butry 2009).

EPA, U.S. Environmental Protection Agency (2008), har också undersökt placeringen av skuggande träd i förhållande till byggnader för minskad energiförbrukning. Träd som placeras till väst om byggnaden sänker energiförbrukningen under sommaren och även träd placerade i syd. Ett problem med träd placerade söder om en byggnad är dock att de kan blockera viktig solenergi under vintern (EPA 2008). Detta beror på att solen står lågt på himlen under vintern och högt på himlen under sommaren. Detta kan medföra att skuggningseffekten inte ger så mycket under sommaren då solen står för högt för att kasta någon skugga samt att mer energi går åt för att värma upp byggnader under vintern då solen står lägre (EPA 2008).

Skuggning av fasader kan även ske genom att anlägga gröna fasader. Se avsnitt om gröna fasader.

GRÖNA FASADER OCH TAK

Att anlägga gröna tak och fasader är metoder som kombinerar effekterna av skuggning, reflektion och avdunstning. Nedan redovisas mer specifikt hur gröna tak och fasader fungerar och vad de har för egenskaper.

GRÖNA FASADER

Gröna fasader är något som också används för att sänka temperaturer i byggnader och anpassa urbana miljöer till ett varmare klimat (Hunter et. al 2014) samt för att skydda fasader (Veg Tech 2020a). Detta sker genom att växter blockerar, absorberar och reflekterar solstrålning, bidrar med kylande evapotranspiration och skapar termiskt isolerande lufttrum mellan husväggen och den gröna fasaden (Hunter et. al 2014). Detta bidrar till en reducerad värmeväxling genom husväggarna vilket resulterar i en minskad energiförbrukning för nedkylning och uppvärmning av byggnader (Hunter et. al 2014). Gröna fasader skyddar även

mot slagregn, klotter, smuts och föroreningar (Veg Tech 2020a). De fasader som är i främst behov av skuggning när det gäller nedkylning av byggnader är fasader belägna i söder- och västerläge (Donovan & Butry 2009).

Veg Tech är ett företag som odlar och utvecklar olika system för att skapa gröna miljöer i städer i Norden, som till exempel gröna tak, gröna fasader och mark- och vattenmiljöer (Veg Tech 2020b). Det finns enligt Veg Tech (2020a) fyra olika typer av klätterväxter som kan användas för gröna fasader:

1. *Slingrande*. Slingrande klätterväxter slingrar sig runt ett klätterstöd med skottspetsen.
2. *Klängande*. Klängande klätterväxter klänger sig runt klätterstödet med hjälp av bladhängen eller klängen.
3. *Rankväxter*. Rankväxter klättrar med hjälp av sina tornar och taggar. De kan behöva stöd av uppbindning och horisontella klätterstöd.
4. *Självklimtrande*. Självklimtrande klätterväxter klättrar direkt på fasader med häftrötter eller skivor. Dessa bör ej användas då de kan skada fasaden.

För att klätterväxterna ska trivas och snabbt täcka fasader är det viktigt att rotsystemet tillåts att bli stort och att man ger växten en god etablering (Veg Tech 2020a). För att kunna täcka höga fasader spelar även val av växt roll. De slingrande klätterväxterna koreansk pipranka, japansk traddödare, silverregn och bokharabinda är starkväxande växter som kan sträcka sig upp mot 8-12 meter (Veg Tech 2020a).

GRÖNA TAK

Gröna tak kan också användas för att sänka energiförbrukning i byggnader menar Castleton et. al (2010) i artikeln "Green roofs; building energy savings and the potential for retrofit". Detta sker genom att de gröna taken skyddar byggnaden mot kraftig solstrålning samt att de har en isolerande effekt (Castleton et. al 2010). Castleton et. al (2010) menar vidare att gröna tak även kan användas för dagvattenhantering, förbättrad luftkvalitet, förlängning av takets hållbarhet, reducering av värmeöeffekten samt ökad biodiversitet. Den energisparande effekten är dock störst i äldre byggnader då de inte har lika god isolering som de byggnader som byggs idag (Castleton et. al 2010).

Det finns flera olika metoder för att anlägga gröna tak, och de kan ha flera olika tjocklekar och grad av skötselbehov (Veg Tech

2020c). Det lättaste och tunnaste alternativet är sedumtak, sedan kommer torrängstak, biotoptak och gröna gårdar (Veg Tech 2020c). Sedumtaket består av sedumväxter vilket är sukulenta växter som lagrar vätska och därmed tål torka väldigt bra (Castleton et. al 2010). De växer i sidled snarare än uppåt vilket gör att de passar bra för att effektivt täcka större ytor (Castleton et. al 2010). Tak som endast består av sedumväxter har en relativt kort blomningsperiod vilket medför att de endast gynnar pollinerande insekter en kortare period (Kadas 2006).

Torrängstak är något tyngre än sedumtak och bidrar med mer biodiversitet och växter som gynnar djurlivet (Veg Tech 2020c). Biotoptak är ännu tjockare och bidrar i större grad till den biologiska mångfalden då den skapar ytor som till exempel gynnar pollinerare vilket är ytor som alltmer försvinner när städer byggs och utvidgas (Veg Tech 2020c). De gröna gårdarna är ännu lite tjockare, och med en välplanerad växtbädd kan större växter som perenner, buskar och små träd planteras in (Veg Tech 2020c, Castleton et. al 2010). Det är viktigt att konstruera de gröna taken med godkända tätskikt och eventuella rotskydd för att de ska fungera korrekt (Veg Tech 2020c).

Valet av vilket grönt tak som ska användas beror på vilken effekt man är ute efter och vilka förutsättningar man har. De tyngre taken skapar förutsättningar för mer bladmassa vilket kan öka mängden avdunstning medan sedumtak är mer torktåliga och mindre insektsgynnande (Kadas 2006) vilket kan vara önskvärt i vissa situationer.

Som tidigare nämnts kan den faktiska temperaturskillnaden mellan svarta och gröna tak skilja sig markant. Enligt Castleton et al (2010) kan ett svart tak under en solig dag nå temperaturer runt 80°C medan ett grönt tak under samma förhållanden håller 27°C. Mätningar gjorda av temperaturen i luften ovanför vegetation under kvällar är betydligt svalare än ovanför hårdgjorda ytor, då de hårdgjorda ytorna under kvällar och nätter avger den värme som ackumulerats under dagen (Castleton et. al 2010). Det är detta fenomen som gör att urbana miljöer ofta har en varmare temperatur kvällar och nätter än kringliggande landsbygd och grönområden. Detta kan medföra negativa hälsoeffekter för människor som behöver svalka för att kunna sova och återhämta sig (EPA 2008).

GESTALTNING AV UTEMILJÖER FÖR MÄNNISKAN OCH MILJÖN

Människan har länge påverkat och förändrat landskapet. Utvecklingen har gått fort och ofta har förmågan att förändra varit större än förmågan att förstå och förutse konsekvenserna (Murphy 2016). I sin bok "Landscape Architecture Theory - an Ecological Approach" menar Murphy (2016) att det är landskapsarkitektens roll att kunna förstå vad de förändringar vi gör har för effekt - både för människans sociala liv och för miljön.

Utmaningen som landskapsarkitekter står inför är att kunna kombinera aspekter som ekonomi, nytta, estetik, sociala värden och ekologisk hållbarhet så att de tillsammans skapar ett större värde än vad de olika aspekterna hade gjort var och en för sig (Murphy 2016). Att kunna gestalta en utemiljö som kombinerar dessa värden och som skapar en interaktion mellan människan och naturen är därigenom gynnsamt för samhället. Murphy menar vidare att en ökad interaktion mellan människan och naturen även leder till ett ökat engagemang för miljön - både socialt och ekologiskt.

En annan landskapsarkitekt som har undersökt vikten av att kombinera olika värden inom landskapsarkitektur är dr. Ian Thompson, docent inom landskapsarkitektur vid Newcastle University i Storbritannien. I artikeln "Ecology, community and delight: a trivalent approach to landscape education" presenterar Thompson (2002) tre generella värden; "ecology", "community" och "delight", som kan utgöra grunden för en optimalt gestaltad utemiljö;

- "Delight", som kan översättas till "förtjusning", syftar till de estetiska värdena på en plats som inbringar behag och nöje för besökaren.
- "Community", eller "samhälle" på svenska, syftar till de sociala värdena. Olika samhällsgrupper har olika behov, och genom att designa en utemiljö som tillgodoser dessa olika behov ökar man det sociala värdet på platsen.
- "Ecology" innefattar de ekologiska värdena, dels för miljön men

dels också för att säkerställa förutsättningarna för människans existens. En stor del av landskapsarkitektens arbete är idag kopplat till miljöfrågor som klimatförändringar och utrotning av olika arter, och vi har även kommit till den etiska insikten att vi har en skyldighet mot framtida generationer att designa hållbara miljöer.

Att kombinera dessa tre värden kallar Thompson (2002) för "trivalent design". En design kan till exempel uppfylla mycket av ett av värdena och lite av de andra två, men den ultimata designen uppnås när en plats har ett högt värde av alla tre. Thompson menar vidare att de tre värdena överlappar varandra på flera plan. Till exempel menar han att en plats som är designad ur ett ekologiskt perspektiv ofta har flera estetiska och sociala kvaliteter. Detta kallar han det "ekologiska angreppssättet". Genom att ha trivalent design i åtanke när man gestaltar en utemiljö ökar möjligheten för fler värden att vävas in vilket bidrar till en väl fungerande och lyckad design (Thompson 2002).

Att anlägga gröna miljöer kan i praktiken ibland mötas av ett visst motstånd från andra aktörer som främst fokuserar på det ekonomiska värdet (Thompson 2002). Att gestalta väl fungerande och uppskattade utemiljöer kan dock bidra till ett ökat värde av mark samtidigt som det bidrar till folkhälsan, vilket har en positiv ekonomisk effekt på samhället.

Att få in mer natur och grönska i våra urbana miljöer är viktigt eftersom det har en positiv effekt på människors hälsa och återhämtning (C/O City 2014). C/O City (2014) är ett projekt av Stockholms stad som syftar till att lyfta fram hur naturen och ekosystemtjänster kan användas för att skapa hållbara och attraktiva städer. Projektet visar en rad positiva aspekter som grönska och naturen kan ge människan och menar att ju närmre en grön plats är belägen hemmet eller arbetsplatsen desto större är sannolikheten att platsen utnyttjas regelbundet. Att vistas i gröna miljöer främjar människors hälsa genom att reducera stress, förbättra koncentrationsförmågan och har dessutom en positiv effekt på människors blodtryck (C/O City 2014).

Vegetation har även en luftrenande effekt då den absorberar luftföroreningar och producerar syre och fukt (Bokalders & Block 2004 s. 490). Detta bidrar till att skapa ett behagligare klimat för människan (Bokalders & Block 2004 s.490). Vegetation kan även ha en viss bullerreducerande effekt genom dämpning och absorbering (C/O City 2014). Att anlägga gröna tak minskar även bullereffekten

inuti byggnader (Bokalders & Block 2004 s. 492). Då buller kan ha en negativ effekt på hälsan (C/O City 2014) kan anläggning av gröna tak på arbetsplatser bidra till en förbättrad arbetsmiljö för de anställda. Endast åsynen av grönska kan till och med göra att en plats upplevs som mindre bullrig (C/O City 2014).

Att skapa en plats med goda sociala funktioner är en utmaning för alla slags arkitekter och är något som diskuteras i boken "A Pattern Language" av Alexander et. al (1977). I boken presenteras olika mönster för att lösa återkommande problem inom stadsplanering, arkitektur och konstruktion. Genom att identifiera och diskutera de olika återkommande problemen tas flera anpassningsbara lösningar fram som en hjälp för att skapa bra och välfungerande platser.

Ett problem som tas upp i boken är till exempel att människor är olika och har olika behov. Detta är viktigt att ta i beaktning när man planerar för bostäder i nya bostadsområden, men även när det gäller ytor att vistas på i det sociala rummet (Alexander et. al 1977). Detta kan lösas genom att skapa olika grader av avskildhet på en plats så man kan vistas både i centrum och lite mer i skymundan. Genom att lära sig att identifiera problem och enkelt kunna anpassa lösningar för den speciella situationen skapas förutsättningar att gestalta väl fungerande sociala utemiljöer i våra städer, hem och på våra arbetsplatser.

RESULTAT

ANVÄNDNING AV NEDKYLANDE ÅTGÄRDER INOM LANDSKAPSARKITEKTUREN

För att skapa en temperatursänkande gestaltning bör gestaltungsförslaget bidra med en ökad mängd evapotranspiration, skuggning av byggnader och mark samt reflektion av solljus. Detta kan göras genom att:

- Öka mängden vegetation som kan bidra med avdunstning, skuggning och reflektion av solljus.
- Välja växter som har rätt förutsättningar för att trivas på platsen. På så sätt utvecklas växterna till sin fulla potential och kan bidra med mer avdunstning, skuggning och reflektion av solljus.
- Se till att vind kan föra bort vattenångan för att säkerställa fortsatt avdunstning.
- Addera vattenelement såsom dammar eller fontäner som kan bidra med avdunstning.
- Använd ljusa material istället för mörka då ljusa material har ett högre albedo. Ytor med högt albedo kan användas direkt på byggnader samt på kringliggande ytor för att reducera temperaturer.
- Placera skuggande träd till söder eller väster om byggnader för bäst temperatursänkande effekt.
- Använd lövfällande träd för skuggning av byggnader för att ej skugga byggnaderna i onödan under vintern.
- Anlägg gröna tak och fasader för att direkt skydda byggnader mot regn och starkt solljus samt för att bidra med ökad avdunstning.
- Använd klätterväxter som klättrar på vajrar för att ej skada fasaden.

Genom att inkorporera dessa åtgärder i gestaltning av urbana utemiljöer bör temperaturen i utemiljön och byggnaderna sänkas. De temperatursänkande åtgärderna kan även användas för att skapa sociala, funktionella, ekologiska och estetiska kvaliteter i utemiljön. I urbana miljöer kan detta göras genom att:

- Anlägga trädalléer längs med hårdgjorda gator. Detta bidrar till skuggning av hårdgjorda markbeläggningar, reflektion av solljus och avdunstning samtidigt som det bidrar med grönska och

estetiska värden längs med gatan. Den svalkande lövskuggan blir även behaglig att gå under för fotgängare och skyddar mot regn samtidigt som det bidrar med ekologiska värden.

- Skapa gröna fasader längs med byggnader. Gröna fasader kan utöver sin temperatursänkande effekt även användas för att dekorera stadsrummet och bidra med en mer lummig känsla till staden och ökade ekologiska värden.
- Att anlägga gröna tak kan bidra till en mer attraktiv utblick från takterrasser och höjdpunkter. Samtidigt bidrar de gröna taken med ökad avdunstning och reflektion av solljus.
- Använda vattenelement. Vattenelement som exempelvis fontäner bidrar inte bara med svalkande avdunstning utan kan även bilda attraktiva målpunkter och mötesplatser i en urban miljö.
- Skapa planteringar som delar av utrymmen på torg, uteplatser, parker och fickparker och därigenom bidrar till att bilda olika rum i utemiljön. Vegetationen bidrar med ökad skuggning, avdunstning och reflektion av solljus samtidigt som växterna kan ha många estetiska och sinnliga kvaliteter som dofter, färger och ljudspel.
- Att föra in mer vegetation i urbana miljöer bidrar inte bara med reduktion av temperaturen och estetiska och sinnliga kvaliteter, utan det bidrar även till förbättrad luftkvalitet och reduktion av buller vilket är gynnsamt för människan på platsen.
- Att föra in mer vegetation och en varierad vegetation bidrar till ökade ekologiska värden på platsen då vegetationen fungerar som habitat för olika flora och fauna.

GESTALTNING

Gestaltningförslaget utgår från läkemedelsföretaget AstraZenecas industriområde beläget i Gärtuna, söder om Stockholm. Då företaget har lokaler med speciella klimatkrav som till exempel krav på inomhustemperatur (Åkerberg 2020) kan en gestaltning med temperatursänkande åtgärder vara gynnsam för företaget. Företaget har även en ambition att vara koldioxidneutralt till år 2025 och koldioxidnegativt till 2030 (AstraZeneca 2020) och genom att minska energiförbrukningen i nedkylande syfte kan även koldioxidutsläppen reduceras. Då AstraZeneca är ett företag som behandlar läkemedel har även flera av lokalerna speciella klimatkrav angående kontroll av insekter vilket bör tas i åtanke vid gestaltningen.

För att undersöka hur en temperatursänkande gestaltning av AstraZenecas industriområde skulle kunna genomföras samtidigt som gestaltningförslaget bidrar till en mer attraktiv miljö för de anställda gjordes gestaltningen i två delar. Del 1 redovisar en mer övergripande gestaltning med temperatursänkande åtgärder över hela området och del 2 redovisar en mer detaljerad gestaltning av en uteplats i anslutning till en av de mest solutsatta lagerlokalerna.



Figur 6. Området kring AstraZenecas lokaler består av industriområden, bostadsområden och naturmark. (Eniro/© Lantmäteriet, omarbetad av författaren).

DEL 1: OMRÅDET I STORT

INVENTERING OCH ANALYS

Inventering och analys gjordes i två delar, dels ur ett nedkylande perspektiv och dels ur ett upplevelsemässigt perspektiv.

NEDKYLANDE PERSPEKTIV

KRINGLIGGANDE OMRÅDEN

Den kringliggande marken runt AstraZenecas industriområde består av barrskog, åkermark, vattendrag, industriområden och bostadsområden. De gröna områdena runt industriområdet kan bidra med sval luft om vinden ligger på, men varm luft kan även blåsa in från industriområdet i väst. För att minska belastningen på kylsystemen bör gestaltningen bidra med egen svalka av byggnader och mark.

HÅRDGJORDA YTOR







Markytan på AstraZenecas industriområde består till stor del av asfalterade parkeringsytor och vägar. Dessa hårdgjorda, oskuggade ytor bidrar till en ökad värmebildning i området då de har ett lägre albedovärde och ej bidrar med någon avdunstning.

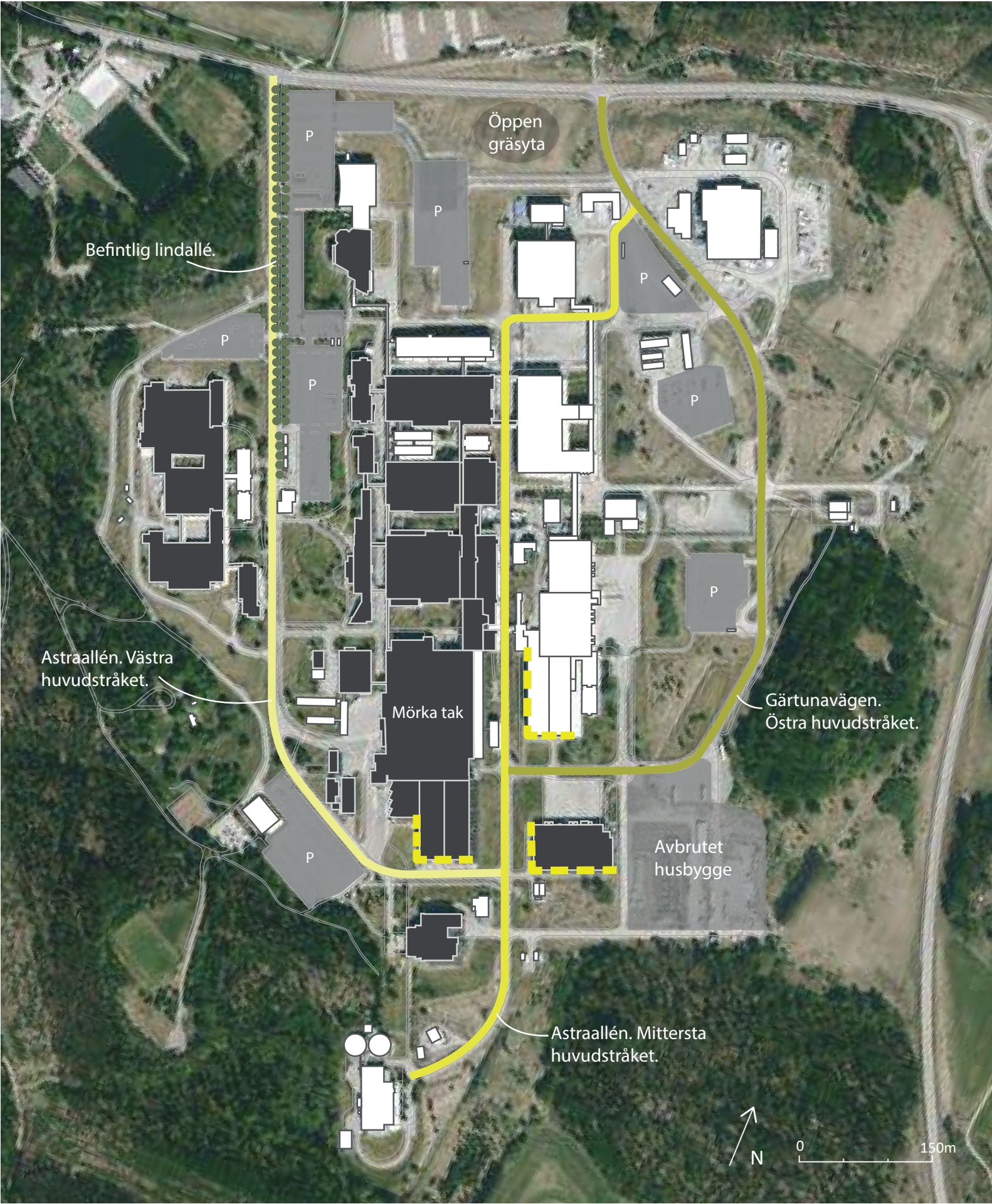
BYGGNADER

Flera av byggnaderna i området har höga, solutsatta, oskuggade fasader i söder och västerläge som bidrar till en värmeökning i byggnaderna. Flera av byggnaderna har även mörka tak vilket också bidrar till värmeökning då den mörka färgen absorberar solstrålningen.

VEGETATION

En stor del av områdets vegetation består av klippta gräsmattor som skulle kunna försees med mer vegetation för att öka avdunstningen, skuggningen och albedot i området. En befintlig lindallé inleder Astraallén men resten av vägarna är oskuggade.

-  Hårdgjord personbilsparkering
-  Svart tak som bidrar till värmeökning
-  Vita tak med högt albedo
-  Huvudstråk inom området
-  Solutsatta fasader lämpliga för fasadgröniska
-  Befintlig lindallé



Figur 7. Inventering- och analysplan av AstraZenecas industriområde.
(Eniro/© Lantmäteriet, CAD-underlag Södertälje kommun, omarbetad av författaren).

UPPLEVESEMÄSSIGT PERSPEKTIV

ESTETISKA VÄRDEN

Det finns sparsamt med vegetation längs med gatorna i området då vegetationen främst består av klippta gräsytor med en del träd och buskar. Mer vegetation med olika varierande kvaliteter kan föras in för att skapa mer attraktiva stråk både för fotgängare och bilister.

De höga byggnaderna dominerar i området. Att förse passande fasader med grönska skulle bidra till en mer lummig känsla och ett mer estetiskt tilltalande uttryck. Ett avbrutet husbygge i områdets södra del skapar ett ovårdat intryck.

SOCIALA VÄRDEN

Genom att göra gångstråken i området mer attraktiva kan fler anställda lockas ut på rasterna för att ta en promenad. Detta skapar möjlighet för återhämtning och sociala möten som till exempel mötesformen "walk and talk" då anställda har ett möte på gående fot. Bänkar kan även placeras ut i anslutning till grönskan för att ge möjlighet att stanna upp och vila en stund.

FUNKTIONELLA VÄRDEN

Funktioner som lövskugga över gångstråk och bilparkeringar kan utökas. Trädkronor kan även bilda regnskydd över gångstråken. Det finns tre huvudstråk i området som skulle kunna särskiljas för att skapa bättre orientering i området.

EKOLOGISKA VÄRDEN

Det finns sparsamt med vegetation i området vilket inte är särskilt gynnsamt ur en ekologisk synvinkel. De ekologiska värdena på platsen kan ökas dock med hänsyn till att insekter ej bör lockas till byggnadernas entréer.



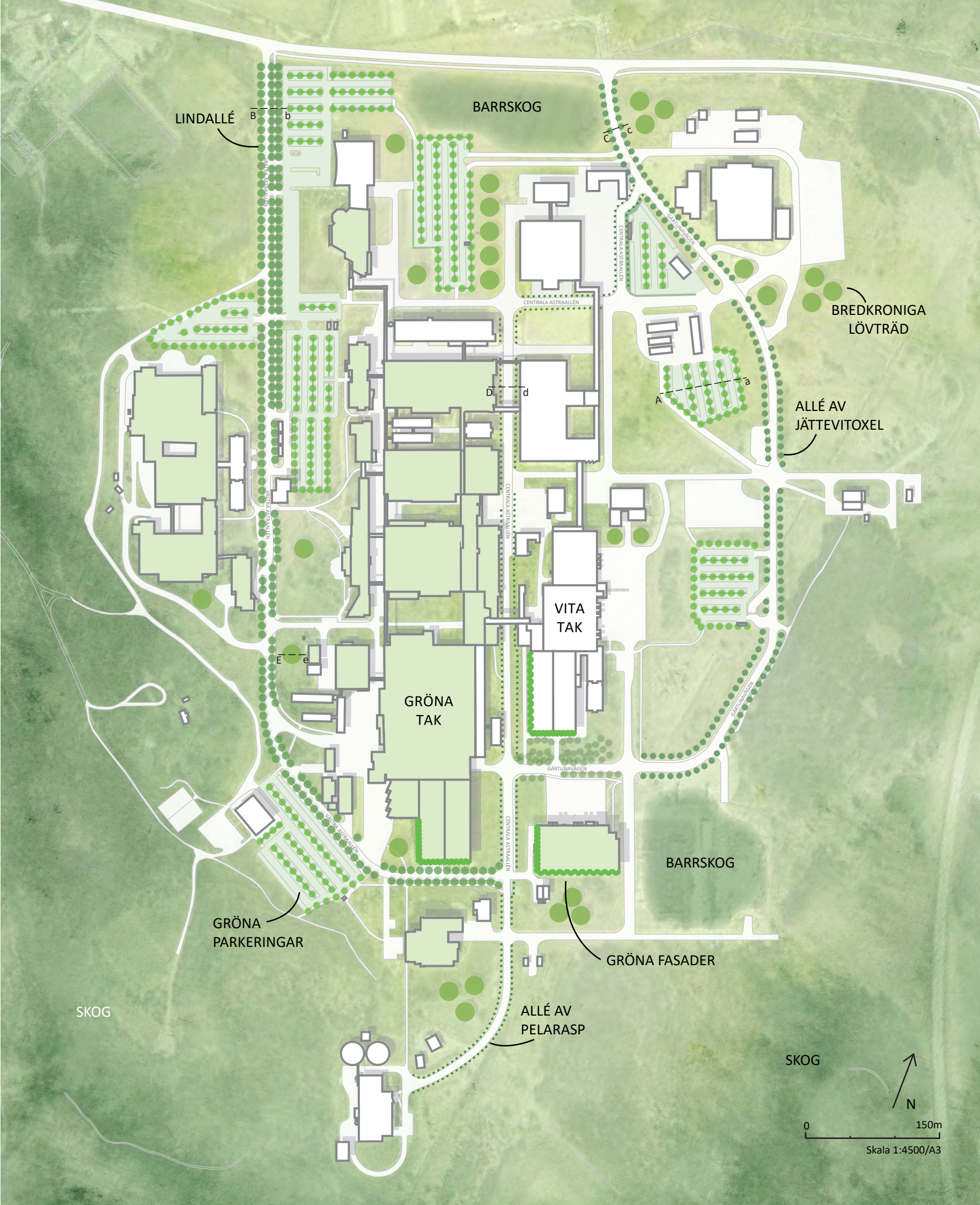
Figur 8. När solen ligger på AstraZenecas höga fasader värms byggnaden upp och belastningen på kylsystemen ökar. De öppna gräsytorerna skapar möjlighet för ytterligare vegetation. (Foto: Ulrika Liljenfeldt, 2020).

OMRÅDET I STORT

Genom att kombinera olika temperatursänkande åtgärder som ökad skuggning med hjälp av skuggande träd och fasadgrönska, ökad evapotranspiration genom en ökad mängd bladmassa och ett ökat albedo genom införandet av gröna tak, gröna parkeringsytor och en ökad mängd vegetation i allmänhet bör temperaturen i området minska under varma perioder. Fem gestaltungsprinciper togs fram för området i stort:

- 1. **GRÖNA FASADER:** Solutsatta fasader i söder- och västerläge förses med vegetation för att skydda mot stark solstrålning och bidra med ökad avdunstning. De gröna fasaderna bidrar även med estetiska kvaliteter i den urbana miljön.
- 2. **GRÖNA TAK:** De tidigare svarta taken ersätts med gröna tak för att öka albedovärdet och motverka värmebildning.
- 3. **GRÖNA PARKERINGSYTOR:** Parkeringsytor för personbilar förses med mer grönska i form av träd, buskar och gräsarmering för att bidra med ökad skuggning, avdunstning och reflektion av solljus. Ett varierat växtmaterial bidrar med estetiska och sociala värden.
- 4. **TRÄDALLÉER LÄNGS HUVUDGATORNA:** Trädalléer föreslås längs med huvudgatorna inom området för att tydliggöra stråken och för att bidra med ökad skuggning, avdunstning och reflektion av solljus. Trädalléerna bidrar med estetiska värden och underlättar orientering i området. Trädkronorna skapar även funktionella värden i form av lövskugga och regnskydd.
- 5. **VEGETATION PÅ ÖPPNA YTOR:** Vegetation i form av större, bredkroniga träd och buskar placeras på de öppna gräsyterna för att bidra med skugga och öka avdunstningen och albedovärdet. Två större oanvända ytor görs om till barrskog vilket knyter an till de kringliggande skogsområdena.

Figur 9. Illustrationsplan över AstraZenecas industriområde med temperatursänkande principer. (Eniro/© Lantmäteriet, CAD-underlag Södertälje kommun, omarbetad av författaren).



1. GRÖNA FASADER

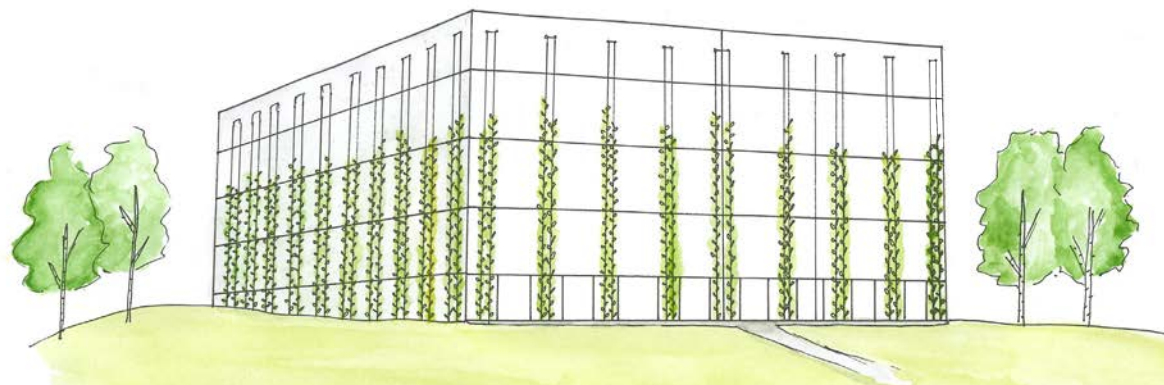
Höga fasader utan fönster i söder- och västerläge förses med vegetation för att skydda byggnaden direkt från starkt solljus. De gröna fasaderna bidrar med en ökning av avdunstningen och albedovärdet på fasaden vilket reducerar temperaturen. De gröna fasaderna bidrar även med estetiska värden då vegetationen ger en lummig känsla till den urbana miljön. Mörka dörrar på de solutsatta fasaderna målas vita för att höja albedovärdet och motverka förhöjda temperaturer innanför dörrarna.

Snabbväxande, slingrande klätterväxter som klättrar på vajrar föreslås för att inte skada fasaden och för att snabbt kunna täcka stora ytor. Växterna som föreslås har även en sparsam blomning för att inte locka till sig insekter till byggnaderna.

KLÄTTERVÄXTER

- **Aristolochia manshuriensis E, koreansk pipranka** - Höjd: 8 meter. Får stora, ljus gröna, hjärtformade blad. Trivs både i sol och skugga. Små pipliknande blommor förekommer bakom de stora bladen.
- **Celastrus orbiculatus, japansk träddödare** - En kraftfull växt som kan bli 12 meter hög. Friskt gröna blad som på hösten får en klargul höstfärg. Honplantorna får även gulröda frukter om hösten.

(Veg Tech 2020a, Stångby plantskola 2020b).



Figur 10. Klätterväxter på vajrar skyddar fasaden mot direkt solljus. Snabbväxande klätterväxter täcker snabbt höga fasader.

2. GRÖNA TAK

De mörka taken i området förses med gröna tak för att höja albedovärdet och för att bidra med ökad avdunstning, vilket minskar värmebildning på taken. Sedumtak föreslås eftersom det är det minst insektsgynnande gröna taket på grund av sin relativt korta blomningsperiod (Kadas 2006).



Figur 11. Sedumtak på hotellbyggnad i Stockholm. (Foto: Ulrika Liljenfeldt 2020).

3. GRÖNA PARKERINGSYTOR

De hårdgjorda personbilspareringarna förses med mer grönska i form av armerat gräs, träd, buskar och häckar. Träden bidrar till att skugga mark och bilar och den ökade mängden vegetation bidrar till ökad avdunstning och reflektion av solljus. Då asfalten byts ut mot armerat gräs ökar markens albedo vilket motverkar värmebildning samtidigt som det armerade gräset även är mer genomsläppligt för dagvatten.

Vegetationen som föreslås på parkeringsytorna är värme- och torktåliga och klarar av en parkeringsmiljö samtidigt som de bidrar med sociala, estetiska, funktionella och ekologiska värden.

ESTETISKA VÄRDEN

Vegetationen som föreslås har olika estetiska kvaliteter som varierar över året. De estetiska kvaliteterna är bland annat starka höstfärger, vacker vårblooming, dekorativa kottar och hängen och städsegrönhet.

Träden som föreslås är medelstora med en höjd på 8-15 meter vilket skapar en mer småskalig känsla på platsen jämfört med alléträden längs huvudgatorna (se "4. Trädalléer längs huvudgatorna"). De mer småskaliga träden gör att man som besökare kan uppleva trädens olika estetiska kvaliteter på nära håll då man parkerat sin bil.

SOCIALA VÄRDEN

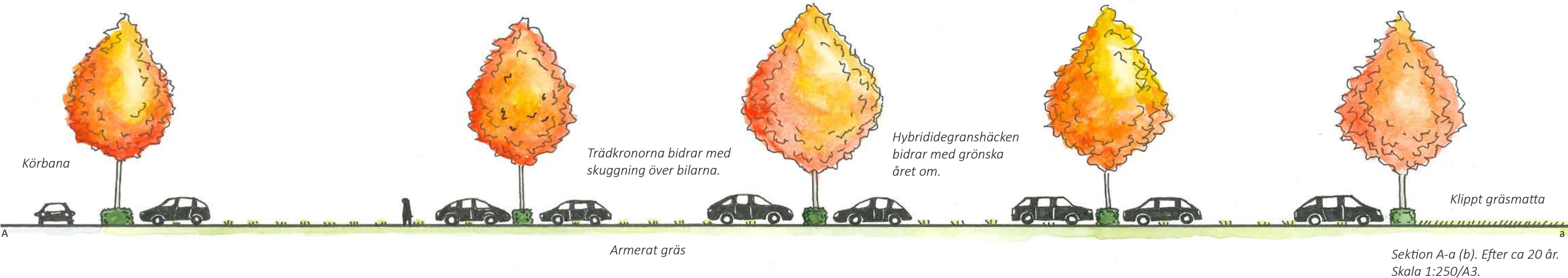
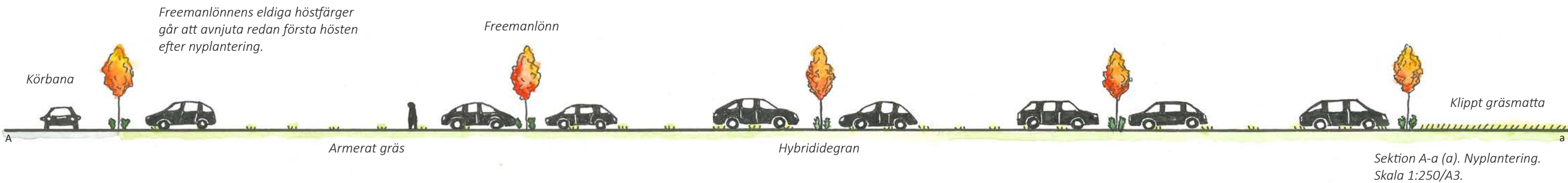
Det varierande växtmaterialet kan locka till samtal mellan besökare vilket ökar den sociala kvalitén på platsen.

FUNKTIONELLA VÄRDEN

De olika parkeringsytorna ges olika karaktär i form av växtmaterial vilket underlättar orientering i området och skapar variation och igenkänning. Träden bidrar även med skugga över bilarna vilket gör att det blir mer bekvämt att sätta sig i sin bil på sommaren då den inte stått och blivit uppvärmd under direkt sol.



Figur 12. Utsnitt över personbilsparering (CAD-underlag Södertälje kommun, omarbetat av författaren).



Buskarna som föreslås blir cirka en meter höga och häckarna som föreslås är långsamväxande och enkla att klippa och hålla på en meters höjd. Detta skapar god sikt för bilförarna på platsen. Buskarna och häckarna fungerar som avdelare på parkeringsytorna samtidigt som de bidrar med estetiska kvaliteter och ökad avdunstning och albedo.

EKOLOGISKA VÄRDEN

Ett varierat växtmaterial skapar möjlighet för olika flora och fauna att leva och vistas på parkeringsytorna vilket är gynnsamt ur ett ekologiskt perspektiv.

VÄXTLISTA PARKERINGSYTOR

TRÄD:

- **Acer campestre ‘Elsrijk’, naverlönn** - Höjd: 10-15 m, bredd 8-10 m. Ett träd med samlad och symmetrisk krona som får lysande gul höstfärg. Tål värme och vind.
- **Acer x freemanii Autumn Blaze, freemanlönn** - Höjd: 10-15 m, bredd: 6-8 m. Äggformad luftig krona med flikiga blad som får en eldigt rödorange höstfärg. Anspråkslös och vindtålig.
- **Ostrya carpinifolia, humlebok** - Höjd: 8-15 m, bredd 6-10 m. Torktålig. Dekorativa hängen under våren samt limegröna kottar på hösten.
- **Prunus sargentii ‘Rancho’, smalkronigt bergkörsbär** - Höjd: 8-10 m, bredd: 4-6 m. Anspråkslöst smalkronigt träd med fin rosa blomning och eldigt rödorange höstfärg.

(Tönnersjö plantskola 2020)

HÄCKAR OCH BUSKAR:

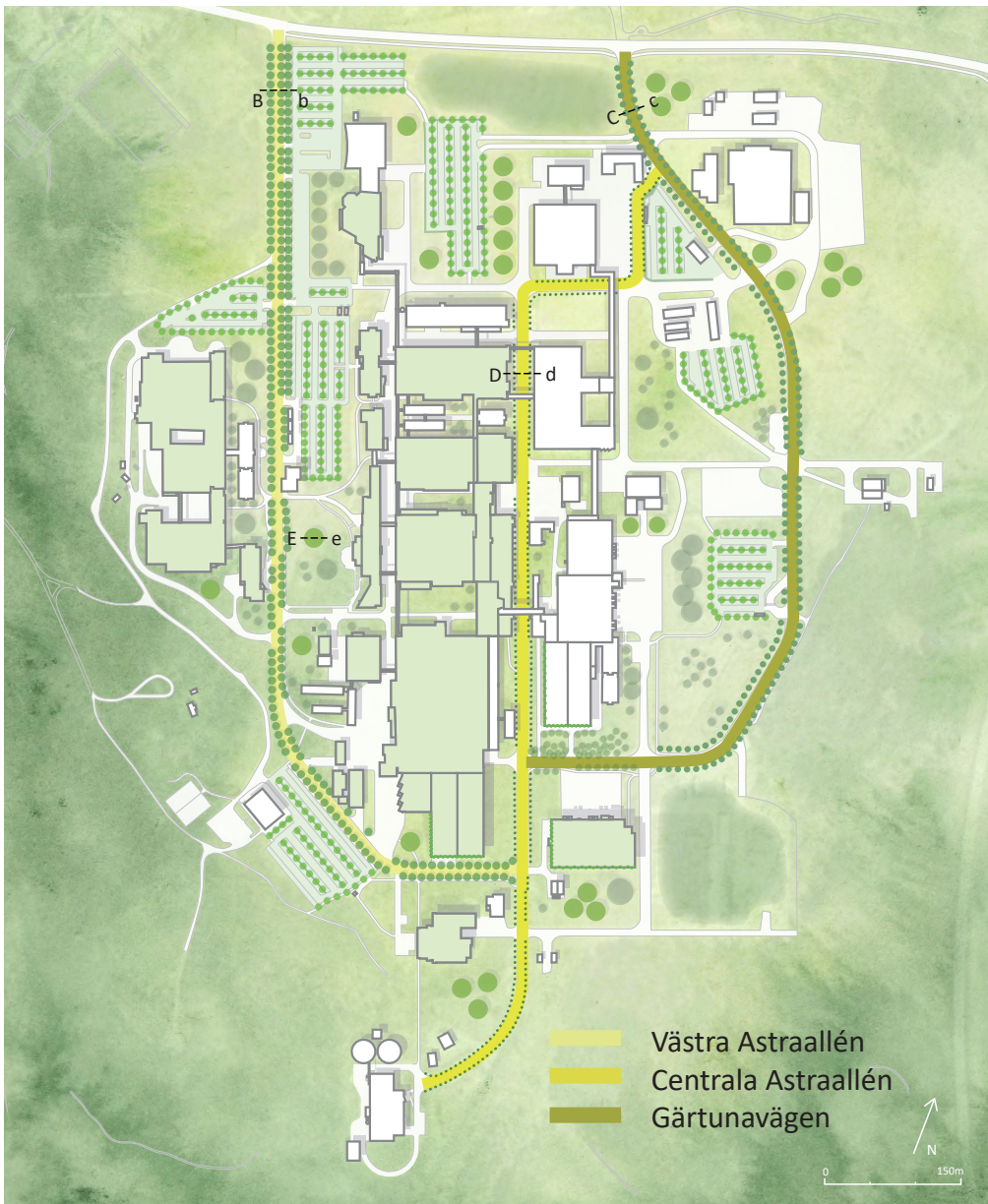
- **Aronia melanocarpa ‘Glorie’ E, svartaronia** - Höjd: 0,6-0,8 m. God marktäckare med grönt glänsande blad som får stark höstfärg i orange till rött. De dekorativa, svarta bären sitter kvar långt in på vintern. Klarar soliga lägen.
- **Carpinus betulus, avenbok** - Häck av avenbok. Långsamväxande och går utmärkt att klippa. Bladen sitter kvar långt in på vintern och vilket ger en effektfull vinterkaraktär. Fungerar bra i hårdgjorda miljöer.
- **Spiraea betulifolia ‘Tor’, björkspirea** - Höjd: 0,8-1,2 m. Tålig liten buske med friskt gröna blad och stark höstfärg från orange till vinrött. Blommar med vita knippen i juni.
- **Taxus x media ‘Hillii’, hybrididegran** - Häck av hybrididegran. Hanklonen ‘Hillii’ saknar giftiga frukter och har ett tätt grenverk som går utmärkt att klippa till en tät häck. Bidrar med grönska även på vintern då den är städsegrön. Tål både sol och skugga.

(Tönnersjö plantskola 2020, Stångby plantskola 2020)

4. TRÄDALLÉER LÄNGS HUVUDGATORNA

Huvudgatorna i området förses med dubbelsidiga trädalléer för att bidra med ökad skuggning av vägarna, avdunstning och ökat albedo. De tre huvudgatorna i området ges varsin karaktär för att förtydliga stråken och underlätta orientering i området. Träden som föreslås klarar en stadsmiljö och är antingen smalkroniga eller möjliga att stamma upp för att bilar enkelt ska kunna komma fram.

Stora träd föreslås för att ge ett pampigt intryck längs med huvudgatorna samtidigt som större yta skuggas och mer avdunstning och reflektion av solljus tillkommer. De stora alléträden blir effektiva att ta sig förbi både för fotgängare och bilförare. Vid nyplantering är träden förhållandevis små, men när de nått sin fulla kapacitet efter cirka 20 år har storleken och bladmassan ökat markant.

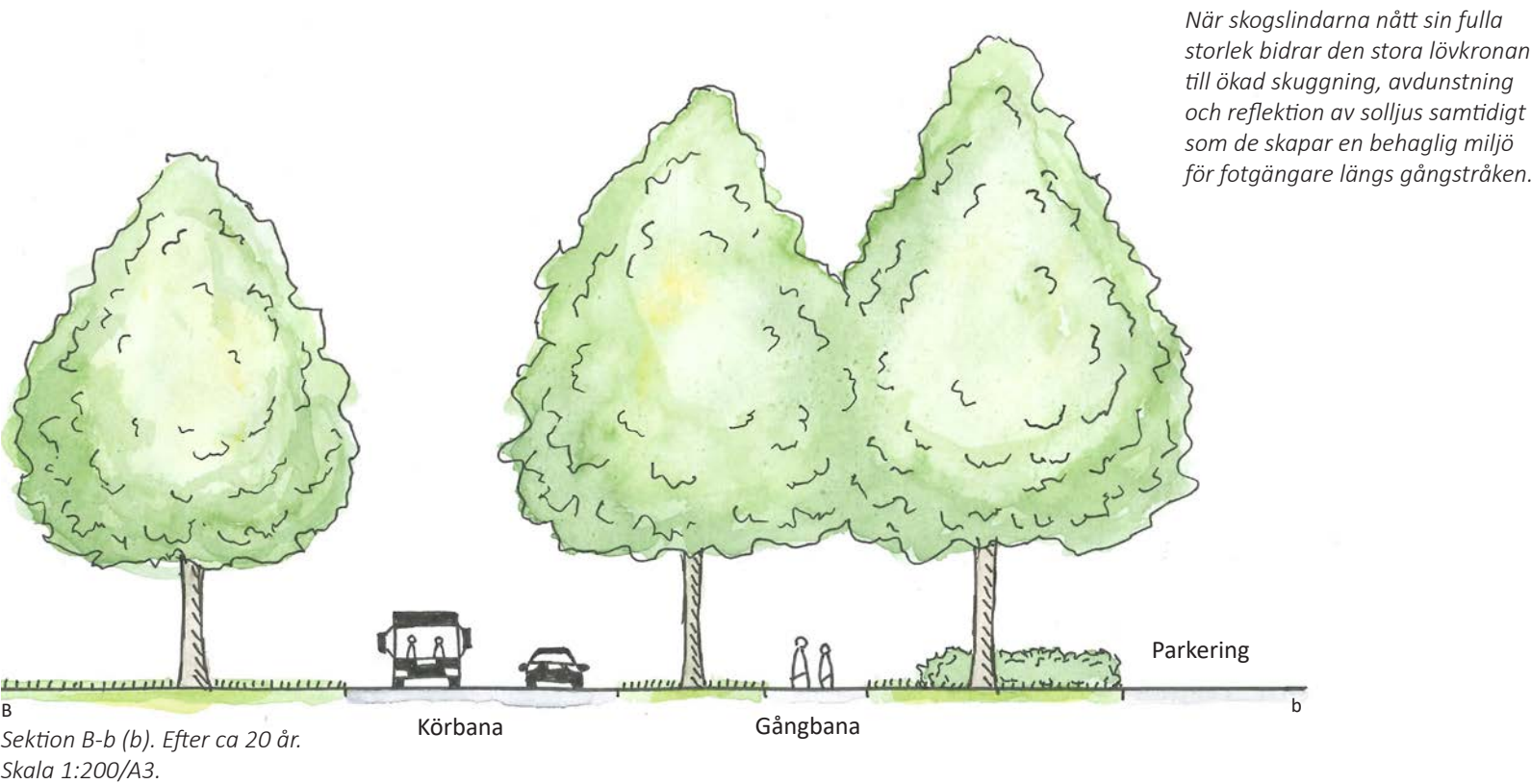
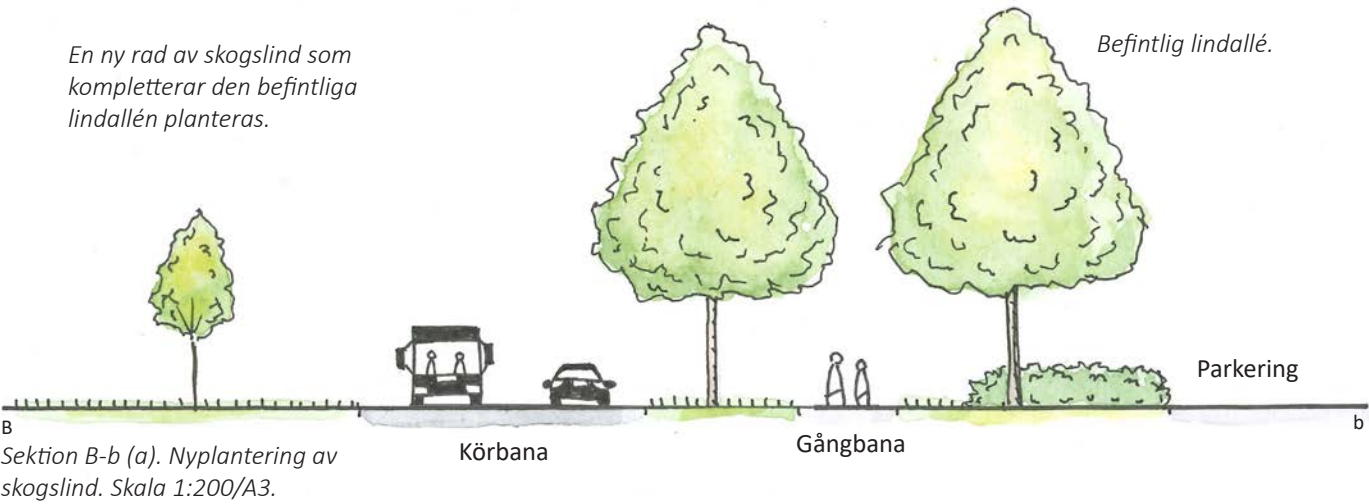


Figur 13. De tre huvudstråken i området. (CAD-underlag Södertälje kommun, omarbetat av författaren).

VÄSTRA ASTRAALLÉN

Den befintliga lindallén belägen i början av Västra Astraallén förlängs och kompletteras med en ny trädrad vilket skapar en pampig entré in till AstraZenecas huvudbyggnader.

- **Tilia cordata ‘Greenspire’, skogslind** - Höjd: 18-20 m, bredd: 9-11 m. Kopplar samman till de befintliga lindarna på platsen. Starkväxande träd som klarar stadsmiljö. Pyramidformad trädkrona som får gul höstfärg (Stångby plantskola 2020).



CENTRALA ASTRAALLÉN

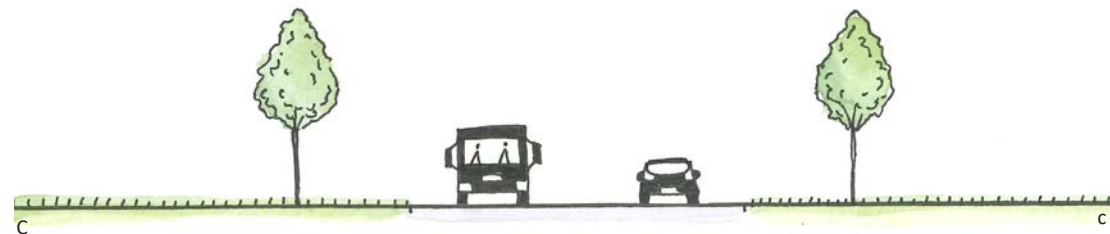
Det mittersta stråket i området får en dubbelsidig allé av pelarformade träd för att skapa en förstärkning av stråket samtidigt som stora lastbilar kan köra förbi utan att slå i några utåtgående grenar. De höga pelarformade träden blir effektfulla bland de höga byggnaderna och kan upplevas från övergångarna som kopplar samman husen.

- **Populus tremula 'Erecta', pelarasp** - Höjd: 15-20 m, bredd: ca 2 m. Snabbvuxet, smalt pelarformat träd som förblir mycket smalt även vid hög ålder. Får gul till röd höstfärg och är mycket effektfull i massplantering (Tönnersjö plantskola 2020).

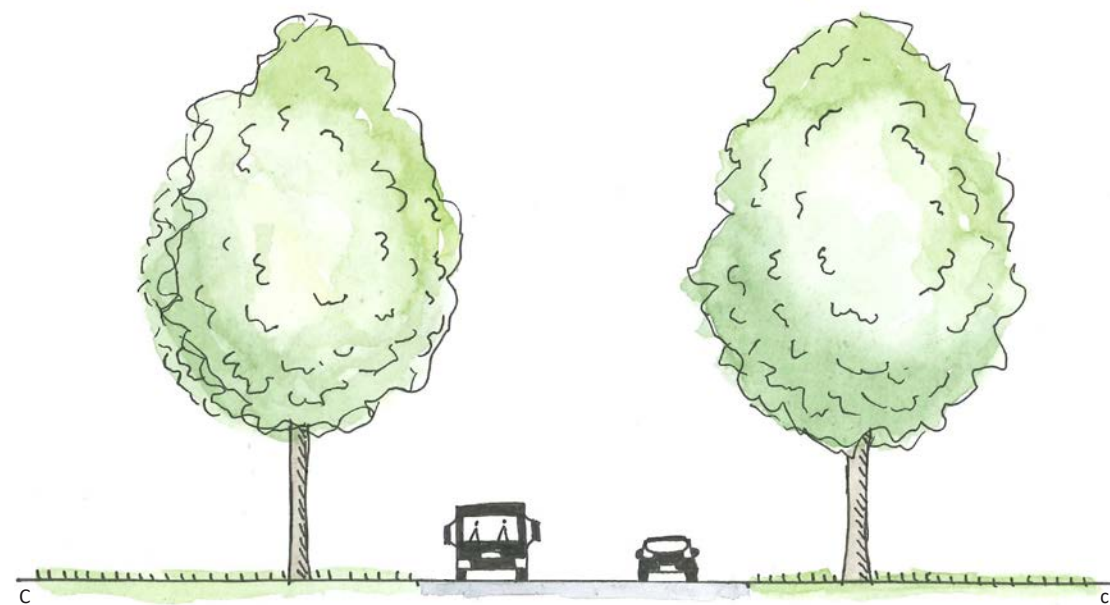
GÄRTUNAVÄGEN

Gärtunavägen får en dubbelsidig trädallé av jättevitoxlar vars silvervita bladundersidor fladdrar effektfullt i vinden när lastbilar åker förbi.

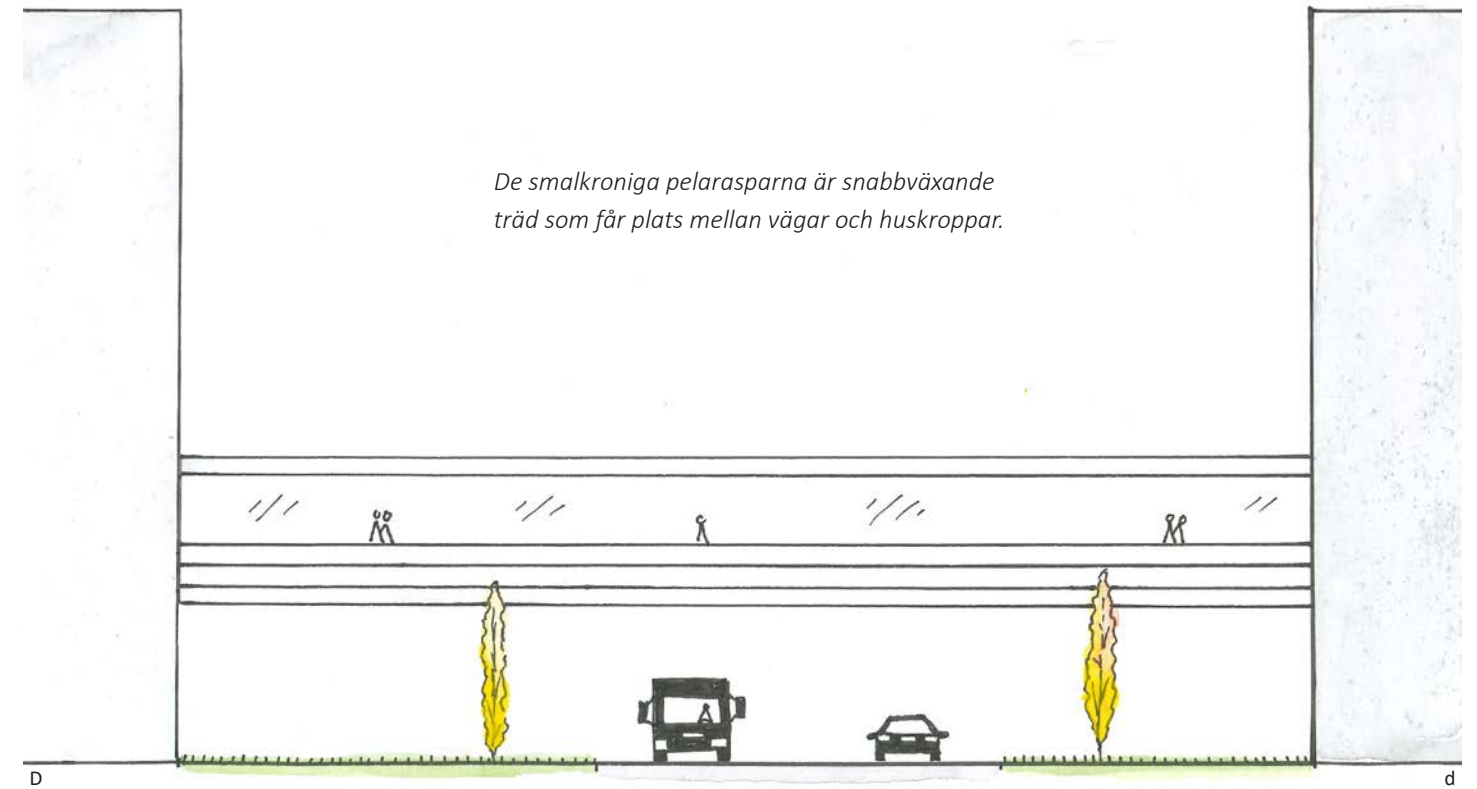
- **Sorbus aria 'Gigantea', jättevitoxel** - Höjd: 12-15 m, bredd: 6-8 m. Snabbväxande. Som ung är jättevitoxeln pyramidformad och får senare en mer oval form. Ett snö- och vindtåligt träd som får vit blomning under våren och gul till läderbrun höstfärg. Den karaktäristiska silvervita bladundersidan syns tydligt när vinden sveper förbi (Tönnersjö plantskola 2020).



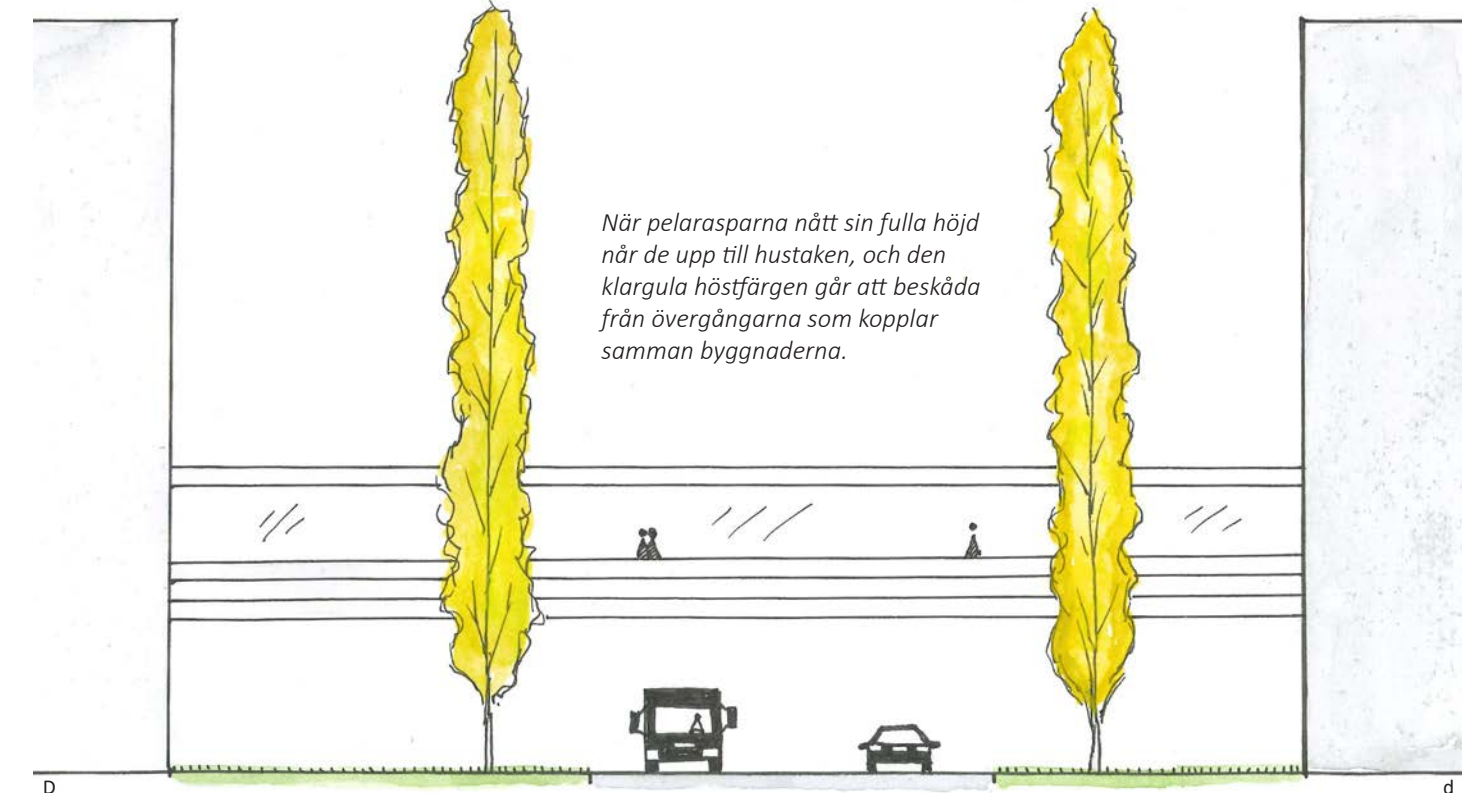
Sektion C-c (a). Skala 1:200. Gärtunavägen. Nyplantering av jättevitoxel.



Sektion C-c (b). Skala 1:200. Gärtunavägen. Efter ca 20 år skapar jättevitoxlarna en allé med stora, ovala trädkronor.



Sektion D-d (a). Skala 1:200. Centrala Astraallén. Nyplantering av pelarasp.



Sektion D-d (b). Skala 1:200/A3. Centrala Astraallén ca 20 år.

5. VEGETATION PÅ ÖPPNA YTOR

BREDKRONIGA TRÄD PÅ ÖPPNA GRÄSYTOR

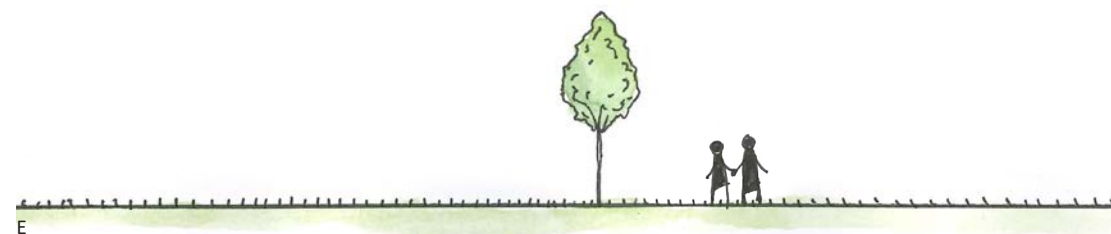
Större, bredkroniga träd placeras på öppna gräsytor där de kan breda ut sig och därigenom bidra med skuggning och avdunstning. För att få så stor effekt som möjligt föreslås träd med stor krona och mycket bladmassa så som; fågelbär, äkta kastanj och platan. Träden placeras främst söder och väster om byggnader för att kunna skugga fasader.

Äkta kastanj och platan är träd som föredrar ett mildare klimat och trivs i dagsläget i zon 1-2(3) (Tönnersjö plantskola 2020). Om klimatet i Sverige kommer att mildras på det sätt som Kottek et. al (2006b) och Rubel et. al (2017b) förutspår kommer dessa träd troligtvis även att trivas i Stockholmsområdet i framtiden.

Bebyggda miljöer som denna har som tidigare nämnts ofta en högre temperatur än kringliggande naturområden. Detta gör att träd som föredrar ett mildare klimat ofta klarar sig högre upp i landet om de står i en urban miljö. Exempel på bredkroniga arter för ett svalare klimat kan vara grå valnöt och tysklönn.

- **Acer pseudoplatanus** - Höjd: 20-25, bredd 10-15. Mörkgröna handflikade blad. Frösår sig mycket. Zon: 1-3(4).
- **Castanea sativa, äkta kastanj** - Höjd: 15-20 m, bredd: 12-15 m. Karaktärsfullt träd med bred, eklik krona. Bladen är stora och mörkt grönglänsande. Gynnas av värme och sol och tål torka. Gyllengul höstfärg. Zon 1-2.
- **Juglans cinerea fk Örebro E, grå valnöt** - Höjd: 10-15, bredd: 15-20. Bred, skärmlik krona och grå, grovt sprickig bark. Bör stå vindskyddat. Zon: 1-4(5).
- **Platanus x hispanica, platan** - Höjd: 20-25m, bredd: 15-25 m. Ett träd med bred, oval krona och flikiga blad. Dekorativ stam och håller bladen länge på hösten. Gynnas av värme och tål torka. Zon: 1-2(3).
- **Prunus avium, fågelbär** - Höjd: 15-20 m, bredd: 10-15 m. Blommar i vitt på våren och får mörkröda bär som uppskattas av fåglar. Höstfärgen är eldigt röd-orange. Vind och snötålig och trivs i soliga lägen.

(Tönnerby plantskola 2020, Stångby plantskola 2020)



Sektion E-e (a). Skala 1:200/A3. Nyplantering av platan.



Sektion E-e (b). Skala 1:200/A3. Efter ca 20 år. Ett bredkronigt lövträd som platan har mycket bladmassa och bidrar med ökad skuggning, avdunstning och reflektion av solljus.

BARRSKOG

Den stora, öppna gräsytan i norr och området i söder som består av ett avbrutet husbygge görs om till barrskog för att knyta an till kringliggande skogsområden. Barrskogen bidrar med skuggning, reflektion och evapotranspiration samtidigt som den utgör habitat för flora och fauna som är naturligt förekommande i mellansveriges karaktäristiska blandbarrskogar.



Figur 14. De svala barrskogarna hjälper till att sänka den kringliggande luften och bidrar även med ekologiska värden. (Foto: Ulrika Liljenfeldt 2015)

DEL 2: UTEPLATSEN

INVENTERING OCH ANALYS

Uteplatsen inventerades och analyserades dels ur ett nedkylande perspektiv och dels ur ett upplevelsemässigt perspektiv.

NEDKYLANDE PERSPEKTIV

MARKMATERIAL

Platsen består asfalterade ytor i form av vägar och en lastplats för servicefordon, armerat gräs där brandbilar behöver komma fram samt klippta gräsmattor. Asfaltsytorna är oskuggade vilket bidrar till värmeökning under varma perioder. Det armerade gräset och gräsmattorna har god reflektionsförmåga men ytterligare bladmassa skulle kunna införas för att öka avdunstningen på platsen.

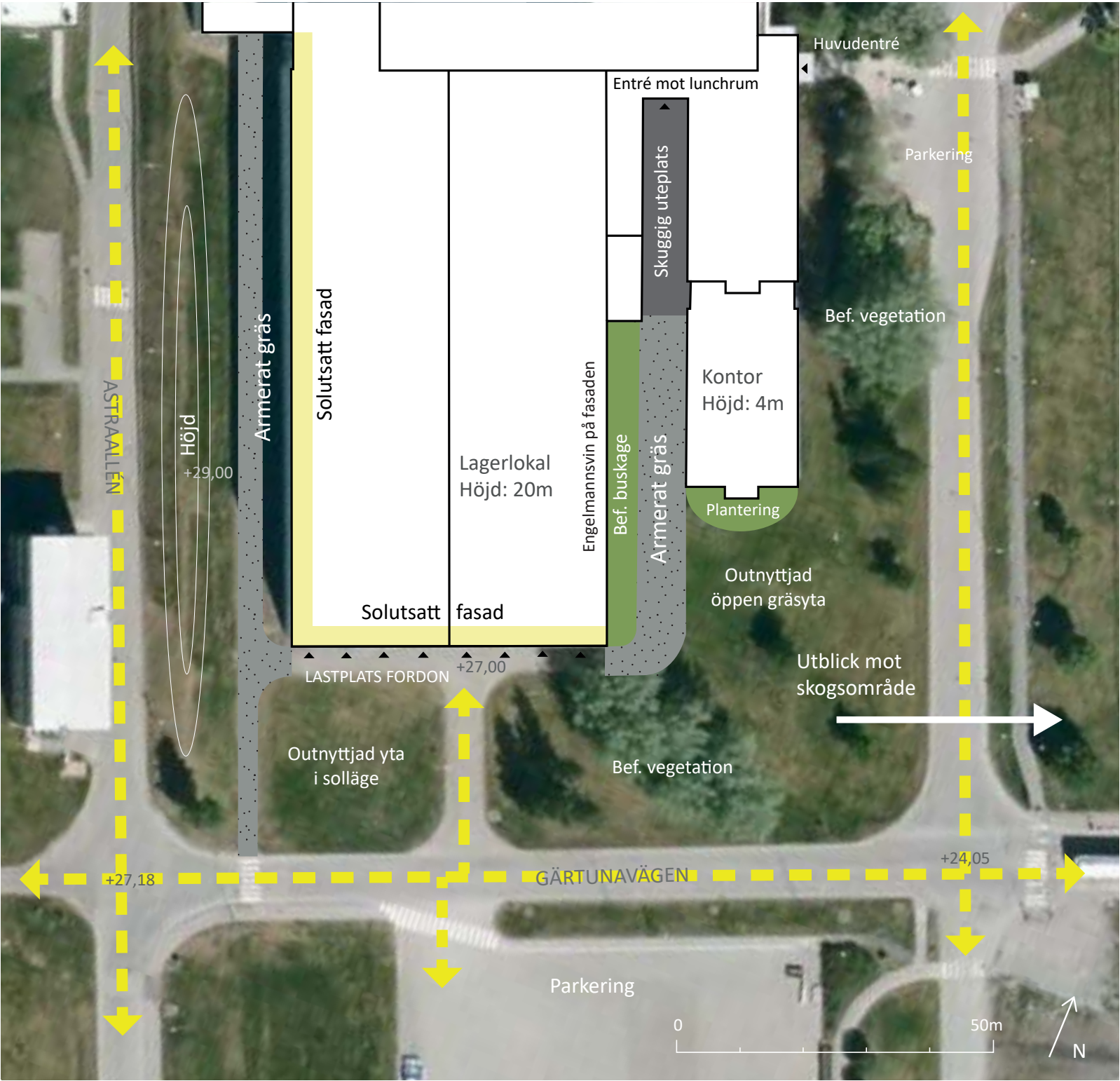
BYGGNADER

Två delar av en byggnad finns på platsen, dels en hög lagerlokal på cirka 20 meter och dels en kontorsbyggnad med en höjd på cirka 4 meter. Lagerlokalen har oskuggade, solutsatta fasader i söder- och västerläge. Dörrarna vid lastplatsen är mörkgrå vilket leder till en lokal värmeökning precis innanför eftersom mörk färg har ett lägre albedo.

VEGETATION

Området består till stor del av klippta gräsytor men en del annan vegetation i form av träd, buskar, klätterväxter och perenner förekommer. Denna vegetation är dock främst koncentrerad till väster om lagerlokalen vilket gör att skuggningen av byggnaden från vegetationen ej är betydelsefull ur ett nedkylande och energisparande syfte.

- Solutsatt fasad
- Armerat gräs. Plats för gående och brandbil. Bidrar till högre albedo.
- Entréer. Blommande, insektsgynnande växter bör ej placeras i anslutning till entréerna.
- Bilarnas rörelse i området.



Figur 15. Inventering och analys av uteplatsen.
(Eniro/© Lantmäteriet, CAD-underlag Södertälje kommun, omarbetad av författaren).

UPPLEVESEMÄSSIGT PERSPEKTIV

ESTETISKA VÄRDEN

Den befintliga vegetationen består av en mindre perennplantering, träd, buskar och ett englemannsvin som klättrar på den östra fasaden. Det saknas sittplatser i anslutning till grönskan men englemannsvinets röda höstfärger uppskattas av de anställda (Åkerberg 2020). En utblick mot ett skogsområde i öst kan utnyttjas och utblicken mot en industribyggnad i syd kan förskönas.

SOCIALA VÄRDEN

Sittplatser finns endast i direkt anslutning till entrén i uteplatsens skuggigaste del. Sittplatser eller möjlighet till aktivitet i anslutning till grönska saknas.

FUNKTIONELLA VÄRDEN

Möjlighet att sitta i lövskugga eller under regnskydd saknas. Även sittplatser i solläge saknas.

EKOLOGISKA VÄRDEN

En relativt varierad vegetation finns på platsen, dock består en stor del av klippt gräsmatta vilket inte är gynnsamt ur ett ekologiskt perspektiv. Viktigt att ha i åtanke är att insekter ej bör lockas till byggnadernas entréer då lagerlokalen har klimatkrav som innebär bland annat kontroll av insekter.



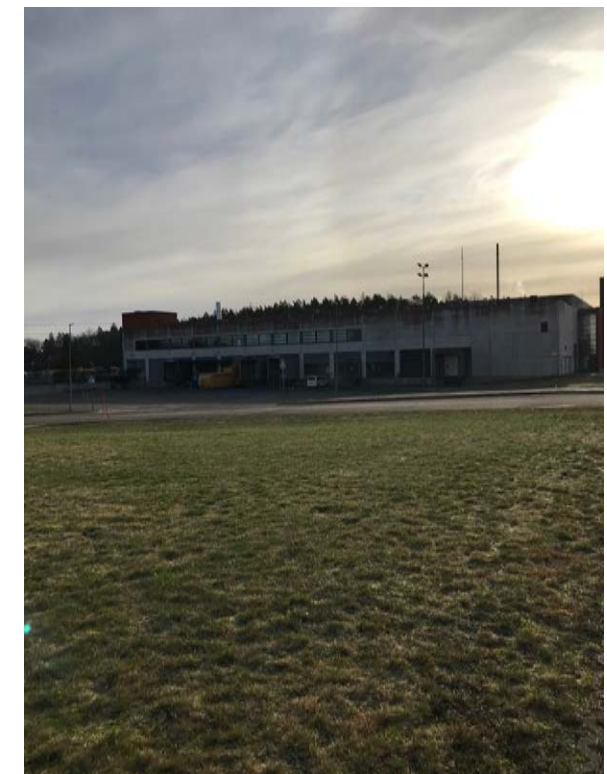
Figur 16a. Friväxande buskage och englemannsvin på lagerlokals östra sida.



Figur 16b. Det blir extra varmt precis innanför de mörka dörrarna i lagerlokalen.



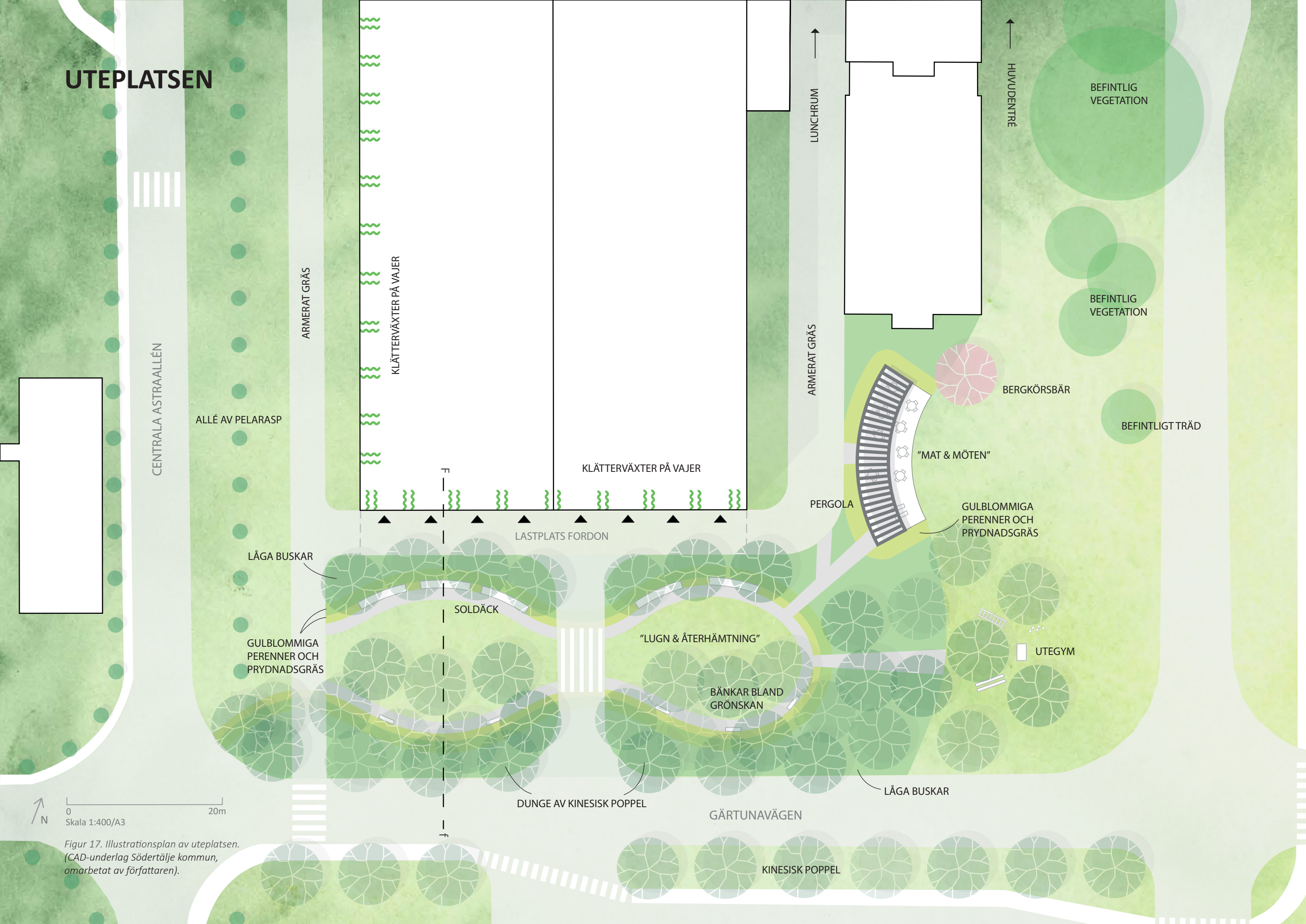
Figur 16c. Det armerade gräset har ett högre albedo än asfalt och är dessutom genomsläppligt. Bilden är tagen en frostig februaridag.



Figur 16d. Solen rör sig i en båge över himlen och gassar hela dagen mot den södra fasaden och uteplatsen.

Figur 16a-d. (Foto: Ulrika Liljenfeldt, februari 2020)

UTEPLATSEN



Figur 17. Illustrationsplan av uteplatsen.
(CAD-underlag Södertälje kommun,
omarbetat av författaren).

UTEPLATSEN

Genom att utnyttja solläget på platsen och på ett strategiskt sätt placera ut vegetation, sittmöjligheter och aktivitetsytor skapas flera rum i anslutning till grönska som är behagliga för de anställda att vistas i. Placeringen och den utökade mängden vegetation bidrar med mer skuggning, avdunstning och reflektion av solljus vilket reducerar värmebildningen på platsen.

KONCEPT "SOLEN"

Konceptet "Solen" syftar till att utnyttja solen och se den som en tillgång och inte bara ett problem. Sittplatser i trevligt solläge och växtmaterial som knyter an till solens ljus och färg genomsyrar platsen.

TRE RUM

Uteplatsen delas in i tre rum: den sociala platsen för mat och möten, den lite mer privata platsen för lugn och återhämtning och den aktiva platsen bestående av ett utegym.

MAT & MÖTEN

I närmast anslutning till lunchrummet vid lagerlokalens östra fasad finns den sociala platsen för mat och möten. Här kan man slå sig ned vid bordsgrupper under en pergola och äta lunch eller hålla möten i direkt anslutning till grönska. Loungemöbler som solstolar skapar även möjlighet att umgås på ett mer informellt vis.

VEGETATION

Pergolan blickar ut mot ett skogsområde och omgärdas av gulblommande perenner och prydnadsgräs vars vippor lyser upp i solen. Låga buskar med varierande höstfärger förstärker rumsbildningen på platsen och skapar tillsammans med det befintliga englemannsvinet ett eldigt färgspel på hösten. Ett flerstamigt bergkörsbär blommar med sin karaktäristiska rosa blomning på våren och de dekorativa stammarna skapar tillsammans med gräsens vippor fina viterdetaljer.

TEMPERATURSÄNKANDE EFFEKT

Den utökade mängden vegetation bidrar med mer avdunstning, skuggning och reflektion av solljus på platsen. Efter som denna del är belägen vid lagerlokalens östra sida hålls den relativt fri från fasadskuggande träd utan utnyttjar istället utblicken mot skogsdungen i öst. Markbeläggningen består av ljus betong med ett högt albedo.



Figur 18. Under pergolan kan man sitta tillsammans och ta rast, äta lunch eller hålla möten i direkt anslutning till grönska. (Illustration: Ulrika Liljenfeldt 2020. Skulpturer från www.mrcutout.com och www.skalgubbar.se).

LUGN & ÅTERHÄMTNING

I platsens södra del kan man ensam eller i grupp slå sig ned bland grönskan och ta en paus. Antingen vänder man ansiktet mot solen på soldäcket eller så kan man sitta mitt bland poppelstammarna och njuta av en mer skuggande miljö.

DUNGE AV KINESISK POPPEL

Platsen kännetecknas av en dunge av kinesisk poppel vars släta, grå stammar blir effektfulla i en massplantering. De kinesiska popplarnas luftiga kronor skapar en behaglig skugga för de anställda samtidigt som mark och asfaltsytor skuggas vilket bidrar till en sänkt temperatur i luften. Trädkronorna bidrar även med ökad avdunstning och reflektion av solljus. Några träd placeras nära fasaden för att bidra med skugga direkt på fasaden samt för att skugga asfaltsytan vid lastplatsen.

BUSKAR, PERENNER OCH LÖK

Sittplatserna kantas av gulblommande perenner som kopplar till solens varma färg, samt prydnadsgräs vars vippor lysas upp av solen om hösten och vintern. Låga, hårdiga buskar med olika höstfärger fyller ut mellan träden och bidrar till rumsligheten. Under den tidiga våren skapar vintergäck en gul matta runt de kinesiska popplarna som är planterade i gräsmattan. När vintergäcken blommat över tar gullviva vid som förvildas i gräset.

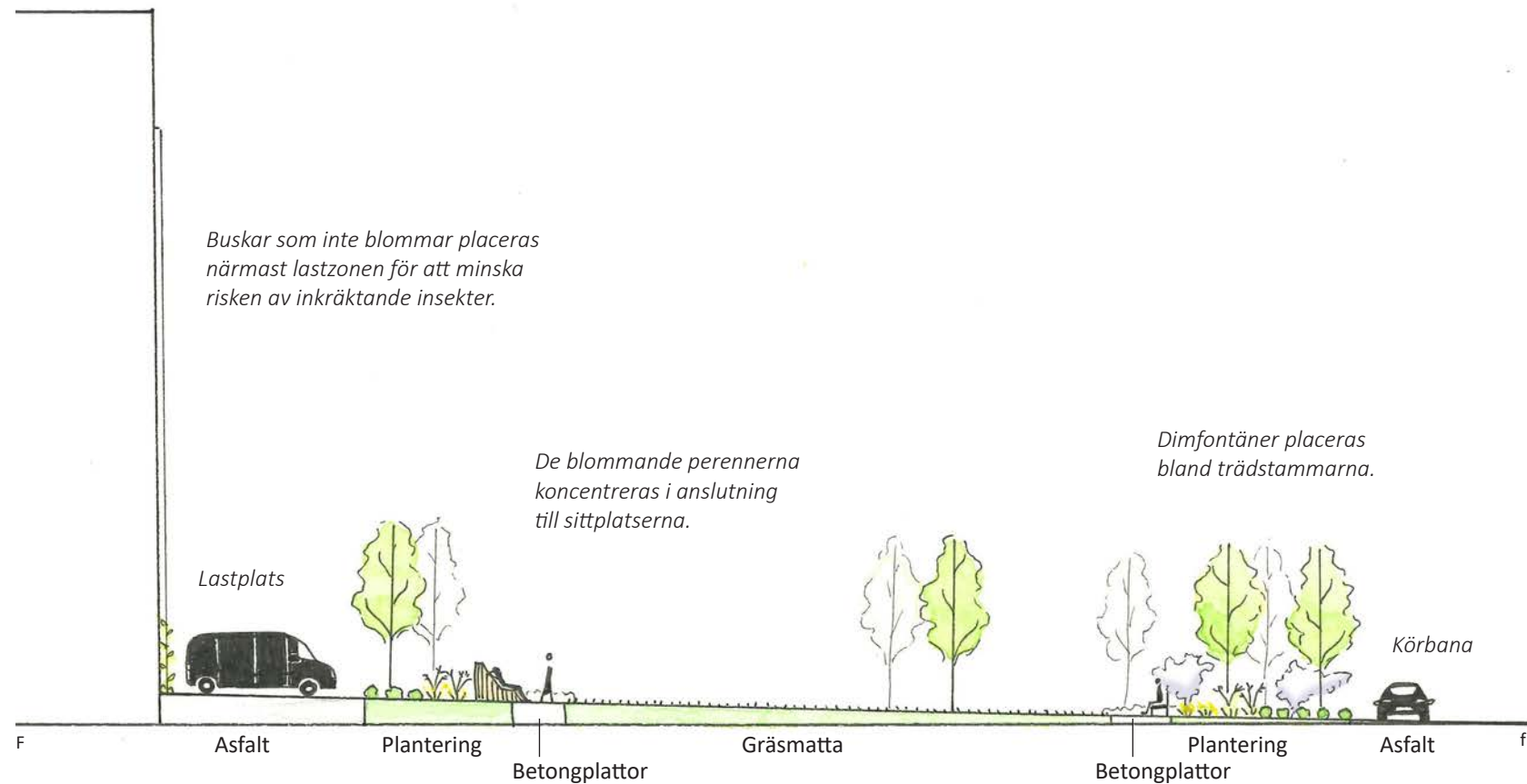
Buskar, perenner och lökväxter bidrar med en utökad mängd bladmassa vilket höjer albedot och ökar avdunstningen på platsen. Blommor, vippor och höstfärger skapar med estetiska värden på platsen och bidrar till de anställdas avkoppling och återhämtning.

FASADGRÖNSKA

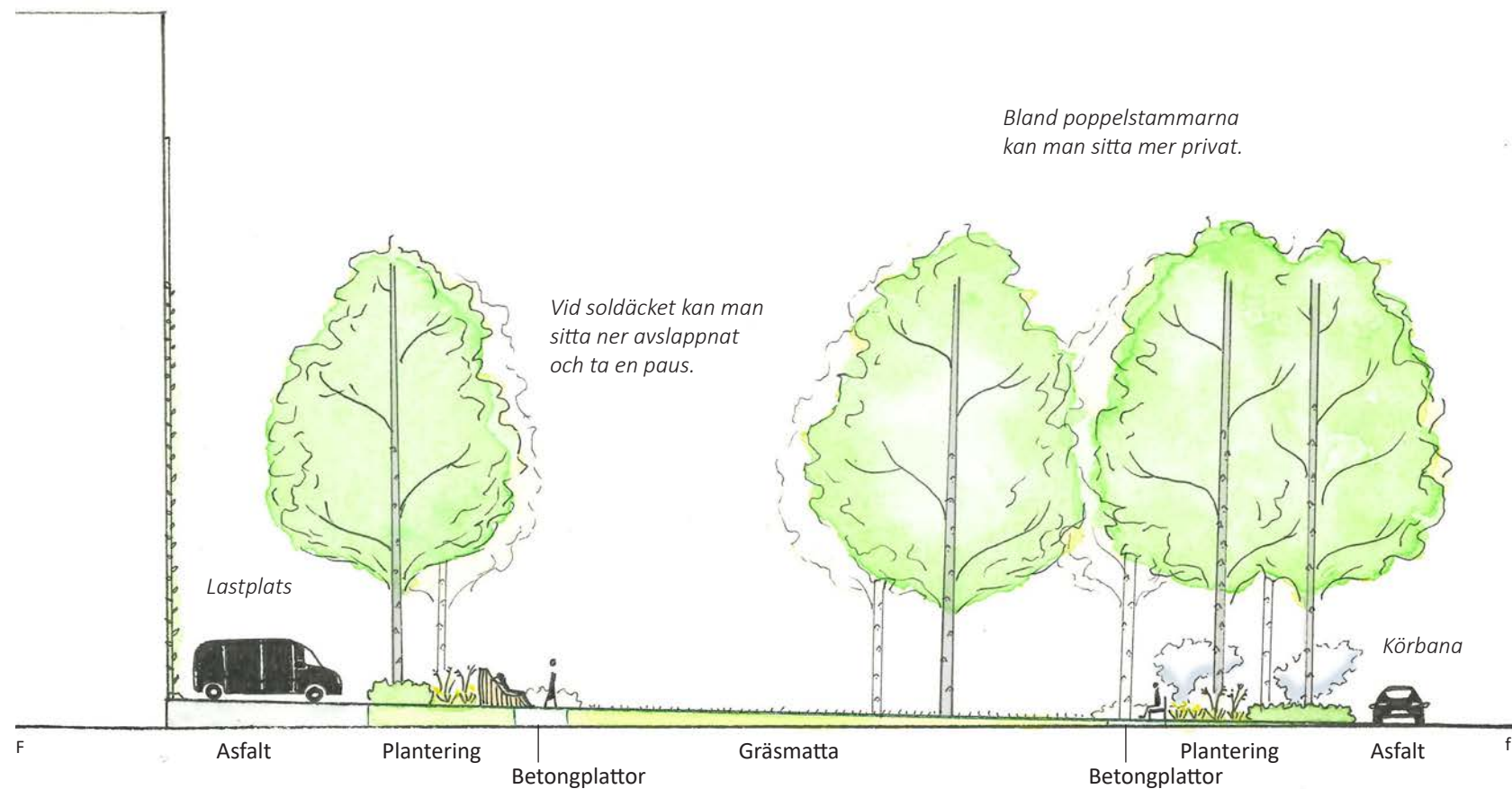
Koreansk pipranka slingrar sig upp på vajrar längs de solutsatta fasaderna och skyddar dem mot direkt solljus. Det upprätta växtsättet skapar tillsammans med de kinesiska popplarnas resning över perennerna, en dynamik av högt och lågt på platsen.



Figur 19. I den lugna delen kan man njuta av solen på soldäcket eller slå sig ned bland stammarna i en mer lummig del. (Illustration: Ulrika Liljenfeldt 2020. Skulpturer från www.mrcutout.com och www.skalgubbar.se).



Sektion F-f (a). Skala 1:200/A3. Nyplantering av kinesisk poppel, perenner, buskar och fasadgrönska.



Sektion F-f (b). Skala 1:200/A3. När vegetationen är fullvuxen skapas mycket skugga, avdunstning och reflektion av solljus.

DIMFONTÄNER

Fontäner som skapar dimma placeras i buskplanteringen mellan träden och bidrar med avdunstning på platsen. När solen tittar fram bryts ljuset effektivt i dimman och skapar mystik bland träden. Dimmolnen som bildas knyter även på ett lekfullt sätt an till de kemiska processer som pågår i AstraZenecas lokaler.

UTVECKLING

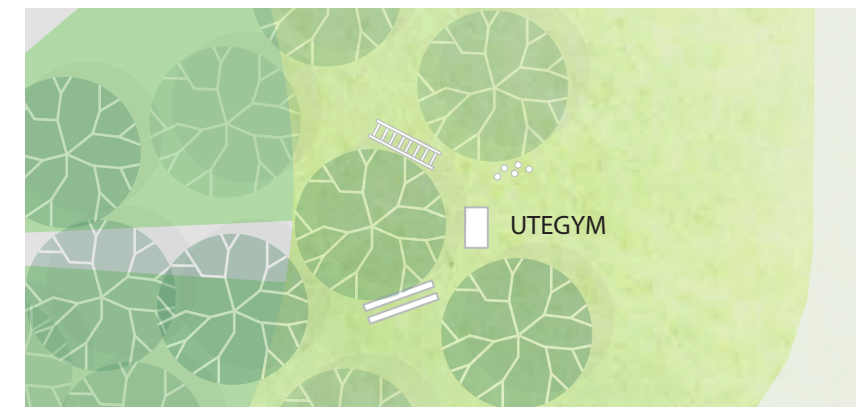
Vid nyplantering är de kinesiska popplarna relativt små, men när de nått sin fulla storlek bildar de stora, luftiga kronor. Den koreanska piprankan är en snabbväxande klätterväxt och kan snabbt bli upp mot 8 meter hög.

MARKMATERIAL

Markmaterialen på platsen består av befintlig gräsarmering där brandbilar behöver komma fram, asfalt vid lastzonen, klippt gräsmatta samt plattläggning av ljus betong längst med sittplatserna vid platsen för lugn och återhämtning. Plattläggningen förhindrar slitage längs med sittplatserna och ramar in gräsmattan.

UTEGYM

Ett utegym i områdets sydöstra del skapar möjlighet för aktivitet och rörelse vilket är gynnsamt för de anställdas hälsa. Möjlighet till både aktivitet och avslappning ökar det sociala värdet på platsen. Utegympet skuggas delvis av de luftiga trädskronorna vilket skapar en behaglig miljö. Att enkelt kunna gå ut och aktivitera sig på rasten är framförallt gynnsamt för de kontorsarbetare som mestadels sitter stilla under sin arbetsdag.



Figur 20. Planutsnitt över utegymmet.

VÄXTLISTA FÖR UTEPLATSEN

TRÄD

- **Populus simonii, kinesisk poppel** - De släta, grå stammarna blir effektfulla i massplantering.
- **Populus tremula ‘Erecta’, pelarasp** - Allén av pelarasp längs med Centrala Astraallén hjälper till att skugga den östra fasaden och samspekar med de kinesiska popplarna.
- **Prunus sargentii, bergkörsbär** - Det flerstammiga bergkörsbäret invid pergolan bidrar med vacker rosa vårblooming och eldigt röda höstfärger.

BUSKAR

Den inramande buskplanteringen kännetecknas av låga, hårdiga buskar med varierande höstfärger.

- **Aronia melanocarpa ‘Glorie’ E, svartaronia** - Höjd: 0,6-0,8 m. God marktäckare som får stark höstfärg i orange till rött. Placeras i de soligare lägena på platsen.
- **Lonicera caerulea var. kamtschatica ANJA, blåbärstry** - Hårdig, grön liten buske som får klargul höstfärg.
- **Neillia incisa ‘Crispa’, liten stefanandra** - Liten buske med flikiga blad vars trassliga grenverk även är dekorativt under vintern. Fungerar bra under träd.
- **Ribes glandulosum, dvärgrips** - Låg, hårdig, krypande marktäckare som får röd höstfärg i soliga lägen.

LÖK

- **Crucius vernus, vårkrokus** - En blandning av gul, vit, lila och lilastrimmig vårkrokus planteras i soliga hörn och längs med gångstråken.
- **Eranthis hyemalis, vintergäck** - Planteras under trädskronorna i den klippta gräsmattan. Blommar tidigt i gult och välkomnar våren.

PERENNER

Perennplanteringen löper längs med buskplanteringen i anslutning till sittplatser och pergolan. Gul blomning och gräs med karaktäristiska vippor kopplar till solens värme och ljus. Gullviva förvildas i gräsmattan.

- **Achillea filipendulina, praktröllika** - Gula, kvastliknande upprättväxande blommor som blommar på hösten. Doftar gott.
- **Achnatherum calamagrostis, silvergräs** - Höjd: 70-100 cm.

Hängande vippor som blir effektfulla i solen.

- **Amsonia hubrichtii, arkansas-amsonia** - Lite högre perenn (ca 80 cm) som får sprakande gul höstfärg.
- **Anaphalis triplinervis, ulleternell** - En växt med silvergrå blad och ett bulligt växtsätt som trivs i sol. Blommar i vitt fram mot hösten.
- **Calamagrostis brachytricha - diamantrör** - Höjd: 100-120 cm. Fluffiga, dekorativa plymer fram mot hösten!
- **Doronicum orientale, gemsrot** - Hårdig perenn med tidig, gul blomning i april-maj.
- **Epimedium perralchicum ‘Frohnleiten’, taggig sockblomma** - Tork- och skuggtålig marktäckare med rassliga blad som är kvar över vintern.
- **Euphorbia epithymoides, gulltörel** - Tål sol och lätt torka. Vackert gult bladutrspring under våren och röd höstfärg! Bulligt växtsätt.
- **Geranium cantabrigiense ‘Karmina’, flocknäva** - Rosalila näva som blommar i juni - juli och har ett bladverk som blir kvar på vintern. De rosalila blommorna kontrasterar mot de andra gula och skapar dynamik på platsen.
- **Hakonechloa macra, hakonegräs** - Friskt grönt gräs som blir kvar på vintern.
- **Miscanthus sinensis ‘Silberfeder’, glansmiskantus** - Höjd: 150-200 cm. Placeras i anslutning till pergolan där den förgyller hösten med sina stora vippor.
- **Primula veris, gullviva** - Blommar med söta små gula blommor i maj-juni. Planteras fritt i gräsmattan i den södra, lugna delen av uteplatsen.
- **Sporobolus heterolepis, präriedroppgräs** - Höjd: 40-80 cm. Skira vippor som blir effektfulla i solljuset.

KLÄTTERVÄXTER

- **Aristolochia manshuriensis E, koreansk pipranka** - Höjd: 8 meter. Får stora, ljust gröna, hjärtformade blad. Små pipliknande blommor förekommer bakom de stora bladen. Täcker lagerlokalens södra och västra fasad.
- **Clematis tangutica, gullklematis** - Hårdig klätterväxt som blommar med gula, klockformade blommor juni-juli. Efter blomningen bildas fluffiga, dekorativa fröställningar. Gullklematisen klättrar på pergolan och bidrar med bladmassa och estetiska värden.

DISKUSSION

DISKUSSION

Syftet med arbetet var att undersöka hur man genom gestaltning av utemiljön kan sänka temperaturen i urbana miljöer och därmed minska energiförbrukningen i nedkylande syfte i byggnader under varma perioder vilket även leder till minskade koldioxidutsläpp. Syftet var även att undersöka hur en temperatursänkande gestaltning kan kombineras med att göra utemiljön attraktiv för människan. Gestaltningen delades in i två delar i olika skala för att kunna diskutera de temperatursänkande åtgärderna i olika detaljnivå.

KAN GESTALTNINGSFÖRSLAGET ATT BIDRA TILL EN TEMPERATURREDUCERING I OMRÅDET?

Det är svårt mäta exakt hur de temperatursänkande åtgärderna i denna gestaltning påverkar den faktiska temperaturen på platsen, men enligt Akbari (2002) leder en ökad mängd vegetation i ett område till ökad skuggning, evapotranspiration och reflektion av solljus. Skuggande vegetation, evapotranspiration och reflektion av solljus bidrar till sänkta temperaturer i luften, och byggnader som är belägna i en svalare omgivning får indirekt en lägre temperatur inomhus (Akbari 2002). Studier visar att det finns stora skillnader i energiförbrukning i nedkylande syfte mellan mer gröna och mer urbana miljöer (Akbari 2002). Även studier gjorda av Taha et. al (1992) visar att genom välplanerad landskapsarkitektur kan energiförbrukningen för nedkylning av byggnader minska med cirka 30-50%.

Det är således rimligt att anta att gestaltningsförslaget som innefattar en ökad mängd bladmassa, ökad skuggning av mark, skuggning av fasader genom skuggande träd och fasadgrönska, skyddande gröna tak, en ökad mängd evapotranspiration och reduktion av hårdgjorda asfaltsytor, om det genomförs, skulle leda till en temperaturreduktion i området. De temperaturreducerande åtgärderna bör därmed bidra till ett svalare och mer utjämnat inomhusklimat och på så sätt även till en minskad belastning på kylsystemen under varma perioder.

VAL AV VEGETATION

Moss et. al (2018) menar att hur ett träd mår är avgörande för trädets förmåga att bidra till nedkylning genom evapotranspiration.

Om ett träd vantrivs på en plats kommer det inte att utvecklas till sin fulla storlek och därmed är det rimligt att anta att skuggningseffekten blir sämre. Det är således viktigt att anlägga väl fungerande växtbäddar och även att välja rätt träd på rätt plats. Detta arbete utgår från ett industriområde beläget söder om Stockholm. Stockholmsområdet tillhör zon 3, men i urbana miljöer skapas mikroklimat som kan liknas vid zon 1-2. Simuleringar från Kottek et. al (2006b) och Rubel et. al (2017b) och klimatinformation från SMHI (2020a, 2020b) visar också att Sveriges klimat troligen kommer mildras innan år 2100.

Med detta i åtanke föreslås en variation av träd i gestaltningsförslaget då vissa föredrar zon 1-2 och andra träd är hårdigare. Det kan vara så att vissa träd, till exempel äkta kastanj som föredrar zon 1-2, i dagsläget kanske är lite för känsliga för att klara av alla lägen inom området, men om dessa träd placeras strategiskt på skyddade platser bör de kunna frodas och leva länge. Genom att plantera olika sorters träd skapas en riskspridning i området, och skulle gestaltningen utföras i verkligheten skulle det vara intressant att se vilka arter som klarar sig bäst och bidrar med mest skuggning och evapotranspiration.

VINDASPEKTEN

För att evapotranspirationen ska kunna fortgå och därigenom bidra med sänkta temperaturer i luften krävs det att vattenången ständigt förs bort genom vind och turbulens (SMHI 2017). En ökad mängd vegetation i området kan komma att påverka vindflödet. Då vinden kommer från sydväst (SMHI 2019) och en stor del av vegetationen är placerad sydväst om byggnaderna kan man anta att vindförhållandena är goda ur syftet att föra bort vattenånga. Det är dock svårt att veta exakt hur vindförhållandena ser ut och hur gestaltningen kan komma att påverka vindflödet. Detta hade varit intressant att undersöka vidare.

FÖRÄNDRING ÖVER TID

I detta arbete angreps problemet med värme främst genom tropism, det vill säga med levande, dynamiska material som vegetation (Hedfors 2014). Då vegetation tar tid på sig att utvecklas kommer den temperatursänkande effekten på sikt vara betydligt större än effekten direkt efter nyplantering. Genom att föreslå en del snabbväxande vegetation som pelarasp, jättevitoxel och koreansk pipranka får man dock snabbt upp volymer på platsen som bidrar till de temperatursänkande effekterna och de estetiska värdena. Att undersöka fler tektoniska element som bidrar till sänkta temperaturer kunde ha varit intressant och hade kanske

gett ett annat resultat, men detta valdes bort då arbetets fokus låg mest på de gröna elementen.

KAN GESTALTNINGEN BIDRA TILL EN ATTRAKTIV UTEMILJÖ FÖR MÄNNISKAN?

För att uppnå en optimal gestaltning menar Murphy (2016) och Thompson (2002) att det är viktigt att kombinera olika värden. Att ha ett ekologiskt angreppssätt med exempelvis mycket grönska och en lång blomningssäsong är något som ofta gynnar både människan och naturen och därmed indirekt uppfyller flera värden (Thompson 2002). I gestaltningsförslaget kombineras ekologiska, funktionella, estetiska och sociala värden vilket enligt Murphy (2016) och Thompson (2002) talar för en lyckad gestaltning.

HUR UPPLEVS OMRÅDET I STORT AV MÄNNISKAN?

Vegetationen som föreslås i arbetet har olika storlek och växtsätt beroende på vilken funktion de ska fylla på platsen, till exempel ge skugga eller dela av en parkeringsyta. Vegetationen har även ett ekologiskt värde då olika vegetation utgör habitat för olika djur och organismer. Estetiska värden uppnås genom att föreslå vegetation med olika kvaliteter som blomning, höstfärg, hängen och vinterdetaljer. Sociala värden uppstår genom att skapa intressanta utemiljöer och gångstråk med en varierande vegetation som kan locka till rörelse och sinnliga upplevelser som dofter och ljudspel.

Kombinationen av dessa värden och variationen i växtval i de övergripande gestaltningsprinciperna bör göra denna plats till en attraktiv miljö för människan. Attraktiva utemiljöer främjar även arbetsklimatet då så kallade "walk and talk"-möten förekommer på företaget.

HUR UPPLEVS UTEPLATSEN AV MÄNNISKAN?

Den mer detaljerade gestaltningen av en uteplats i anslutning till en lagerlokal syftade till att undersöka de temperatursänkande åtgärderna i en mindre skala. Även här kombinerades de temperatursänkande åtgärderna med andra värden som estetiska, sociala, ekologiska och funktionella.

Sociala värden skapades på platsen genom att skapa möjlighet för olika aktiviteter och olika grader av exponering. Detta menar Alexander et. al (1977) är en förutsättning för att olika människor ska kunna trivas på platsen. Uteplatsen erbjuder olika platser i form av en social del för umgänge, en mer privat del för lugn

och återhämtning och ett utegym där man i skydd av träden kan aktivera sig och få igång blodcirkulationen. Uteplatsen erbjuder också flera olika sittmöjligheter i form av matgrupper, loungemöbler, soldäck och mer skymda bänkar vilket Alexander et. al (1977) menar skapar goda förutsättningar för en socialt fungerande miljö. Att platsen är enkel att ta sig till då den ligger i anslutning till ett lunchrum talar också för att platsen skulle komma till användning då närhet är en förutsättning för frekvent användning (C/O City 2014).

Vegetationen som föreslås har dels ett funktionellt värde då den ska bidra med skuggning, evapotranspiration och reflektion av solljus, men den har också ett estetiskt värde då den bidrar med sinnliga upplevelser för besökarna. Vegetationen används också för att skapa olika rum på platsen. Även dimfontänerna på platsen har flera funktioner då de har estetiska kvaliteter men även bidrar med svalkande vattenånga.

I och med att gestaltningsförslaget kombinerar flera olika värden är det troligt att platsen kommer att uppskattas av de anställda. Då de olika värdena ofta går hand i hand fungerar det väl att kombinera temperatursänkande åtgärder med att skapa attraktiva utemiljöer för människan.

INSEKTSFRÅGAN

Flera av lokalerna i AstraZenecas industriområde har speciella klimatkrav och är känsliga för insekter (Åkerberg 2020). En ökad mängd vegetation i området skulle även kunna leda till en ökad mängd insekter. Genom att koncentrera blommande vegetation vid sittplatser en bit bort från byggnadernas entréer minskas dock risken för att insekter ska ta sig in i lokalerna. Sedumtak föreslås framför andra gröna tak eftersom det är det minst insektsgynnande på grund av sin relativt korta blomningsperiod.

DEN EKONOMISKA FAKTORN

Frågan om den ekonomiska vinningen från sparad energi kommer vara större än anläggningskostnad och skötsel är svår att avgöra. Om det är så att vi går mot ett varmare klimat som Kottek et. al (2006b), Rubel et. al (2017b) och klimatinformation från SMHI (2020a, 2020b) påvisar är det troligt att problemen med energikrävande kylsystem kommer att öka och därmed även kostnaderna. Att förebygga problem med överbelastade kylsystem

kan därmed vara strategiskt ur ett ekonomiskt perspektiv, men också med avseende på miljön och koldioxidutsläppen. Att använda lövfällande träd gör även att de temperatursänkande effekterna blir som störst på sommaren då det behövs som mest och inte bidrar till en ökad energiåtgång för uppvärmning på vintern. Att anlägga gröna tak kan även ha en viss isolerande effekt vilket bidrar till att spara energi på vintern (Castleton et.al 2010).

En grönare och mer attraktiv närmiljö har även en positiv effekt på människors hälsa (C/O City 2014). Gestaltningsförslaget av AstraZenecas utemiljö skulle således kunna bidra till de anställdas välmående och återhämtning. Ifall de anställda har en god hälsa och får nya krafter av att gå ut och ta en paus eller promenad i sin närmiljö är det troligt att de kan prestera bättre i sina arbetsuppgifter vilket i sin tur skulle vara ekonomiskt gynnsamt för företaget.

AstraZeneca har även en ambition att vara ett hållbart företag som värnar om miljön (AstraZeneca 2020). De skriver bland annat på sin hemsida om sitt program “Ambition Zero Carbon” där de jobbar för att eliminera företagets koldioxidutsläpp till 2025 och för att verksamheten ska vara koldioxidnegativ till 2030. Att genomföra de övergripande gestaltningsprinciperna på sina hårdgjorda anläggningar kan vara ett sätt för företaget att ytterligare sänka sina koldioxidutsläpp och förstärka sin gröna image. En god image kan också vara ekonomiskt gynnsamt för företaget.

METODDISKUSSION

Litteraturgenomgången gav mig värdefulla insikter olika beprövade metoder för att sänka temperaturer i urbana miljöer. Genomgången visade att införandet av grönska leder till ökad beskuggning, avdunstning och reflektion av solljus än miljöer som domineras av hårdgjorda material. Mer grönska är därför lämpligt för att hålla temperaturerna nere under varma perioder.

Lärdomarna från litteraturgenomgången underlättade gestaltningen som bestod av platsbesök med intervju, inventering och analys, skissarbete och gestaltningsförslag.

PLATSBESÖK MED INTERVJU

Platsbesöket och rundvandringen med projektingenjör Bo Åkerberg på AstraZeneca gav en god förståelse för verksamheten och behoven och utmaningarna på platsen. Att låta Åkerberg berätta fritt och komplettera med ett antal förberedda frågor

fungerade väl. En faktor som kan ha påverkat gestaltningen var att platsen endast besöktes en gång då AstraZenecas industriområde är inhägnat och endast åtkomligt om man har bokat en tid. Även coronaepidemin satte stopp för flera besök då AstraZeneca som är ett läkemedelsföretag inte tog emot besökare resten av terminen. Att besöka platsen ytterligare en gång i en senare del av gestaltningsprocessen hade varit önskvärt, men fick ersättas av Google maps och Eniro.

INVENTERING OCH ANALYS

Platsen inventerades och analyserades på plats och digitalt via Google maps och Eniro. Under platsbesöket gjordes anteckningar och markeringar på utskrivna kartor vilket var värdefullt att ha med i gestaltningsprocessen. Aspekter som markerades var utblickar, befintliga sociala platser, solförhållanden, befintlig vegetation och dylikt. En del foton togs på plats men på grund av olika säkerhetsaspekter kunde man inte fota överallt. Fotona var värdefulla i den senare analysfasen, men fler foton hade varit önskvärt då platsen ej kunde besökas fler gånger. Kompletterande analys utfördes via Google maps funktion “Street view” och Eniro.

SKISSARBETET

Skissandet gav möjlighet att testa olika rumsliga förhållanden och kombinationer av de temperatursänkande åtgärderna och hur de kan upplevas ur ett mänskligt perspektiv. Att skissa för hand med papper och penna gav förutsättningar för att få till ett organiskt formspråk och att skissa i programvaran AutoCAD fungerade väl för att få till exakta mått. Att skissa i 3D ökar förståelsen för rumsligheten på platsen, och detta gjordes genom att skissa i Sketchup. På grund av coronaepidemin bedrevs arbetet hemifrån från och med den 17 mars 2020 vilket begränsade tillgången till skolans datorer. Då Sketchup fungerade mycket dåligt på den privata laptopen skissade jag inte så mycket i 3D som jag hade önskat. Att bygga en faktisk modell hade kunnat vara bra för att ytterligare undersöka skalor och solförhållanden på platsen, en idé som övergavs då tid och utrymme i lägenheten ej fanns till detta.

GESTALTNINGSFÖRSLAG

Gestaltningsförslaget togs fram i två olika skalor för att kunna undersöka de temperatursänkande åtgärderna i olika detaljnivåer. Att göra en mer övergripande gestaltning med temperatursänkande åtgärder för hela området gav möjlighet att utforska åtgärderna på ett principiellt sätt som är lätt att sedan applicera på vilken plats som helst. Att gå ner i skala gav möjlighet att undersöka de temperatursänkande åtgärderna på en högre

detaljnivå och göra en mer platsspecifik gestaltning. Med en mer detaljerad gestaltning fick mer hänsyn tas till de speciella förhållandena på platsen och hur dessa kunde användas för att sänka temperaturen samtidigt som platsen gjordes attraktiv för människan.

De övergripande principerna hade dock kanske räckt för att uppnå en lägre temperatur i området, men att gå ner i skala gav förutsättningar att ytterligare utforska hur åtgärderna upplevs ur ett mänskligt perspektiv samt hur de kan kombineras med att göra platsen attraktiv för människan.

ANDRA MÖJLIGHETER

Att angripa detta arbete främst genom tropism snarare än tektonik var ett sätt att undersöka hur metoder som främst förekommer inom landskapsarkitekturen kan användas för att lösa aktuella problem. Att ha med mer tektoniska element som solceller eller speciella kylsystem kunde ha gett ett annat resultat och är en intressant aspekt att komplettera med i framtiden.

De valda metoderna fungerade väl för att genomföra detta arbete. Saker som hade kunnat påverka resultatet är ifall platsen besökts flera gånger eller ifall mer skissarbete gjorts i 3D. Dock anser jag att de kompletterande analyserna i de digitala kartverktygen och genom att studera foton var tillräckligt för att få en god förståelse för rumsligheten och förutsättningar på platsen. Även att skissa mer i plan och sektion blev ett bra komplement till den lite begränsade 3D-skissandet.

Att studera referensprojekt hade varit en annan intressant metod. Detta valdes dock bort då det var svårt att hitta referensprojekt gjorda i svenska förhållanden, och tillräckligt god förståelse gavs genom att studera litteratur. För att undersöka de temperatursänkande åtgärdernas faktiska effekt skulle någon form av simulering kunna konstruerats. Då detta arbete är ur en landskapsarkitekts perspektiv valdes denna metod bort eftersom det skulle krävas samarbete med en ingenjör för att få till en sådan simulering. En enkät skulle kunna ha skickats ut till de anställda för att ta reda på mer exakt vad de skulle önska av sin utemiljö, men detta valdes bort då tillräckligt god information om vad som skapar en god utemiljö kunde fås via litteratur av olika landskapsarkitekter.

SLUTSATSER

De temperatursänkande åtgärderna kombineras i gestaltningen med andra funktionella, estetiska, sociala och ekologiska värden. Genom att kombinera dessa värden skapas en utemiljö som bör vara attraktiv för de anställda att vistas i. Funktionella, ekologiska, sociala och estetiska värden ofta går hand i hand och är relativt enkla att kombinera med hjälp av vegetation. Att öka mängden vegetation i urbana miljöer verkar således vara en viktig framgångsfaktor för att skapa en attraktiv miljö för människan som samtidigt bidrar till sänkta temperaturer och minskad energiförbrukning under varma perioder.

Det enda värdet som kan vara svårt att väva in är det ekonomiska värdet, då förtätning och elimineringen av gröna ytor i urbana miljöer fortfarande dominerar. Resultatet av detta arbete visar dock att det kan finnas en ekonomisk fördel i att föra in mer vegetation i urbana miljöer då det förebygger de problem som ett varmare klimat kan medföra samtidigt som det bidrar till en bättre hälsa hos befolkningen.

VIDARE FORSKNING

I framtiden vore det intressant att utföra studier som kan redovisa faktiska temperaturskillnader i en grön vs. hårdgjord miljö i Sverige. Det skulle även vara intressant att få svart på vitt vad dessa temperatursänkande åtgärder skulle ha för effekt på energiförbrukningen och hur stora kostnader som skulle kunna sparas. Faktiska exempel på hur mycket pengar som skulle kunna sparas kan användas som argument för bygga mer gröna städer i framtiden.

REFERENSER

Akbari (2002). Shade trees reduce building energy use and CO2 emissions from power plants, Environmental Pollution, Volume 116, Supplement 1, ss. 119-126. Tillgänglig: [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(01\)00264-0](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(01)00264-0) (2020-02-11)

Alexander et. al (1977). A pattern language: towns, buildings, construction. New York: Oxford U.P.

Anderberg (2010). Ruderatmarker, Den Virtuella Floran, Naturhistoriska Riksmuseet. <http://linnaeus.nrm.se/flora/veg/ruderat.html> (2020-02-12)

AstraZeneca (2020). Ambition Zero Carbon. Tillgänglig: <https://www.astrazeneca.se/hallbar-verksamhet/miljoskydd/ambition-zero-carbon.html> (2020-05-25)

Berge (2001[2000]). The ecology of building materials. Oxford: Architectural Press

Bokalders & Block (2010). The whole building handbook: how to design healthy, efficient and sustainable buildings. 1. ed. London: Earthscan

Castleton et. al (2010). Green roofs; building energy savings and the potential for retrofit, Energy and Buildings, Volume 42, Issue 10, ss. 1582-1591. Tillgänglig: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2010.05.004> (2020-02-11)

C/O City (2014). Urbana ekosystemtjänster: Låt naturen göra jobbet. Tillgänglig: <https://www.cocity.se/wp-content/uploads/2018/06/urbana-ekosystemtjanster-lat-naturen-gora-jobbet-en-sammanfattning-av-co-city-dec-2014-1.pdf> (2020-03-27)

Donovan & Butry (2009). The value of shade: Estimating the effect of urban trees on summertime electricity use, Energy and Buildings, Volume 41, Issue 6, ss. 662-668. Tillgänglig: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2009.01.002> (2020-02-11)

EPA (2008). (U.S. Environmental Protection Agency). Reducing urban heat islands: Compendium of strategies. Tillgänglig: <https://www.epa.gov/heat-islands/heat-island-compendium>

Hedfors (2014). Tropism and tectonics - fundamental principles of space formation, Journal of Landscape Architecture, 9:2, 64-71. Tillgänglig: <https://doi.org/10.1080/18626033.2014.931708>

Hunter et. al (2014). Quantifying the thermal performance of green façades: A critical review, Ecological Engineering, Volume 63, ss. 102-113. Tillgänglig: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.12.021> (2020-02-11)

Ishimatsu & Ito (2011). Brown/biodiverse roofs: a conservation action for threatened brownfields to support urban biodiversity, Landscape Ecol Eng 9, ss. 299-304 (2013). Tillgänglig: <https://doi.org/10.1007/s11355-011-0186-8> (2020-02-12)

Kadas (2006). Rare invertebrates colonizing green roofs in London. Urban Habitats. 4. 66-86. Tillgänglig: http://www.urbanhabitats.org/v04n01/invertebrates_pdf.pdf (2020-03-19)

Kottek et. al (2006a), Rubel et. al (2017a). World Map of the Köppen-Geiger Climate Classification Updated. Climate Change & Infectious Diseases Group. Tillgänglig: <http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/present.htm> (2020-02-11)

Kottek et. al (2006b), Rubel et. al (2017b). Observed and projected climate shifts 1901-2100. Climate Change & Infectious Diseases Group. Tillgänglig: <http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/shifts.htm> (2020-02-11)

Li & Yeung (2014). A comprehensive study of green roof performance from environmental perspective, International Journal of Sustainable Built Environment, Volume 3, Issue 1, ss. 127-134. Tillgänglig: <https://doi.org/10.1016/j.ijbsbe.2014.05.001> (2020-02-18)

Moss et. al (2018). Influence of evaporative cooling by urban forests on cooling demand in cities, Urban Forestry & Urban Greening, Volume 37 (2019), ss. 65-73. Tillgänglig: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.07.023> (2020-02-12)

Murphy (2016). Landscape architecture theory: an ecological approach. Washington, DC: Island Press

Nationalencyklopedin (2019). Maritimt klimat. Tillgänglig: <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/maritimt-klimat> (2020-02-12)

Naturskyddsföreningen (2017a). Faktablad: Växthuseffekten https://www.naturskyddsforeningen.se/skola/energifallet/faktablad-vaxthuseffekten?gclid=CjwKCAiA1rPyBRAREiwA1UIy8DKsiMWzR9eDRjuJ7qu5w-vZlqW-vDu1GfFgOBaRN9fIB2nAexUIDBoCd w0QA vD_BwE (2020-02-19)

Naturskyddsföreningen (2017b). Faktablad: Albedo. https://www.naturskyddsforeningen.se/skola/energifallet/faktablad-albedo?gclid=Cj0KCQjAs67yBRC7ARIsAF49CdXQZluzVKXovjekP7Lr8CyHofv7oTnlpDF1z5rfRuALCLIZEIUPCb0aAlrSEALw_wcB (2020-02-18)

Praticó et. al (2012). Pavement albedo and sustainability: An experimental investigation, 7th International Conference on Maintenance and Rehabilitation of Pavements and Technological Control, MAIREPAV 2012. Tillgänglig: https://www.researchgate.net/publication/284726139_Pavement_albedo_and_sustainability_An_experimental_investigation (2020-02-18)

Skogskunskap (2019). Ordlista: Boreal. Tillgänglig: <https://www.skogskunskap.se/ordlista/b/boreal/> (2020-02-20)

SMHI (2017). Avdunstning. Tillgänglig: <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/hydrologi/avdunstning-1.30720> (2020-02-18)

SMHI (2019). Vind i Sverige. Tillgänglig: <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/sveriges-klimat/vind-i-sverige-1.31309> (2020-05-11)

SMHI (2020a). Klimatscenarier. Tillgänglig: <https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/klimatscenarier/europe/rcp85/year/temperature> (2020-02-19)

SMHI (2020b). Klimatindikator. Tillgänglig: <https://www.smhi.se/klimat/klimatet-da-och-nu/klimatindikatorer/klimatindikator-temperatur-1.2430> (2020-02-19)

Stångby plantskola (2020). Vårt sortiment. Tillgänglig: <https://stangby.nu/sortiment-2/> (2020-03-19)

Stångby plantskola (2020b). Klätterväxter. Tillgänglig: http://media.stangby.nu/2019/05/6-STANGBY_Klattervaxter-L.pdf (2020-04-07)

Taha et. al (1992). High-albedo materials for reducing building cooling energy use. United States. Tillgänglig: <https://www.osti.gov/servlets/purl/7000986> (2020-02-18)

Thompson (2002). Ecology, community and delight: a trivalent approach to landscape education. Landscape and Urban Planning Volume 60, Issue 2, ss. 81-93. Tillgänglig: [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(02\)00061-0](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(02)00061-0) (2020-05-15)

Touchaei et. al (2016). Effect of increasing urban albedo on meteorology and air quality of Montreal (Canada) – Episodic simulation of heat wave in 2005. Atmospheric Environment Volume 132, ss. 188-206. Tillgänglig: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2016.02.033> (2020-02-21)

Tönnersjö plantskola (2020). Träd från A-Z. Tillgänglig: https://www.tonnersjo.se/alla_trad.php (2020-02-25)

Veg Tech (2020a). Gröna fasader med gröna vajern. Tillgänglig: <https://www.vegtech.se/grona-fasader/> (2020-02-18)

Veg Tech (2020b). Om oss. Tillgänglig: <https://www.vegtech.se/om-oss/> (2020-02-18)

Veg Tech (2020c). Sedumtak och gröna tak. Tillgänglig: <https://www.vegtech.se/sedumtak---grona-tak/> (2020-02-18)

MUNTLIGA KÄLLOR

Åkerberg (2020). Intervju och rundvandring med Bo Åkerberg, projektingenjör på AstraZeneca. Intervjun ägde rum 2020-02-14, 09:30-11:00 på AstraZeneca i Gärtuna.